



TUGAS AKHIR - TI 141501

## **ANALISIS RISIKO OPERASI INDUSTRI GULA DENGAN PENDEKATAN BAYESIAN NETWORK**

**PRAJOKO AJI DONO**

NRP 02411440000044

Dosen Pembimbing

**Prof. Iwan Vanany, ST., MT.Ph.D**

NIP. 197109271999081002

DEPARTEMEN TEKNIK INDUSTRI

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

SURABAYA 2018





FINAL PROJECT – TI 141501

## **RISK ANALYSIS OF SUGAR INDUSTRY OPERATION WITH BAYESIAN NETWORK APPROACH**

**PRAJOKO AJI DONO**

NRP 02411440000044

**SUPERVISOR**

**Prof. Iwan Vanany, ST., MT.Ph.D**

NIP. 197109271999081002

DEPARTEMENT OF INDUSTRIAL ENGINEERING  
FAKULTY OF INDUSTRIAL TECHNOLOGY  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA 2018



## LEMBAR PENGESAHAN

### ANALISIS RISIKO OPERASI INDUSTRI GULA DENGAN PENDEKATAN *BAYESIAN NETWORK*

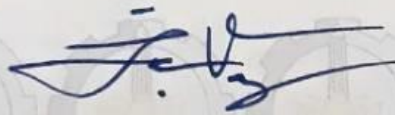
### TUGAS AKHIR

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
pada  
Program Studi S-1 Jurusan Teknik Industri  
Fakultas Teknologi Industri  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya

Penulis:

**Prajoko Aji Dono**  
NRP 02411440000044

Disetujui oleh:  
Dosen Pembimbing



**Prof. Iwan Vanany, ST., MT.Ph.D**

NIP. 197109271999081002





## **ANALISIS RISIKO OPERASI INDUSTRI GULA DENGAN PENDEKATAN *BAYESIAN NETWORK***

Nama : Prajoko Aji Dono  
NRP : 02411440000044  
Departemen : Teknik Industri -ITS  
Pembimbing : Prof. Iwan Vanany, ST., MT.Ph.D

### **ABSTRAK**

Industri gula di Indonesia masih rentan terhadap risiko yang dimilikinya. Selain itu risiko sendiri tidak hanya berdiri sendiri tetapi memiliki keterkaitan satu dengan yang lain. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk menganalisa risiko dengan mempertimbangan keterkaitan antar risiko adalah *Bayesian Network*. Dalam melakukan analisa dengan menggunakan metode *Bayesian Network* dilakukan identifikasi risiko dan pembuatan model risiko dengan menggunakan *Directed Acyclic Graph* (DAG). Berdasarkan model ini dikelompokkan risiko mana yang termasuk risiko prior dan posterior. Selanjutnya risiko prior akan dicari nilai probabilitas masing-masing dan probabilitas risiko posterior dicari dengan menggunakan *Conditional Probability Tabel*(CPT). Risiko selanjutnya dipetakan dengan megalikan nilai *likelihood* dan *consequences*, dipilih risiko kritis dengan nilai hasil perkalian terbesar dan selanjutnya dilakukan pemberian usulan mitigasi risiko. Mitigasi yang diberikan selanjutnya dianalisis untuk melihat dampak dari usulan mitigasi tersebut dengan menggunakan *Expected Monetary Value* (EMV). Berdasarkan hasil identifikasi didapatkan 42 risiko yang terdiri dari 1 Risiko Utama 9 risiko *source*, 26 risiko *make* dan 10 risiko *delivery*. Berdasarkan hasil pemetaan didapatkan bahwa Risiko RS7 Tebu kotor sebagai risiko kritis yang paling berdampak pada pabrik gula. Berdasarkan risiko kritis, usulan mitigasi yang diberikan adalah menerapkan prinsip MBS (Manis, Bersih dan Segar) dan pemberian subsidi kepada petani, terdiri dari subsidi bibit, pupuk dan biaya traktor. Hasil perkalian EMV menunjukkan penerapan mitigasi 1 memberikan hasil EMV terbesar.

**Kata kunci:** Industri Gula, Risiko, *Bayesian Network*

(Halaman ini sengaja dikosongkan)



# **RISK ANALYSIS OF SUGAR INDUSTRY OPERATION WITH BAYESIAN NETWORK APPROACH**

Name : Prajoko Aji Dono  
NRP : 02411440000044  
Departement : Teknik Industri -ITS  
Supervisor : Prof. Iwan Vanany, ST., MT.Ph.D

## **ABSTRACT**

The sugar industry in Indonesia is still vulnerable to the risks their own. In addition, the risks themselves not only stand alone but also interrelationship with one another. One method that can be used to analyze risk by considering the relationship between risk is Bayesian Network. In performing the analysis using the Bayesian Network method, risk identification and risk modeling were performed using Directed Acyclic Graph (DAG). Based on this model, risks are classified which risks include prior and posterior risks. Furthermore the prior risk will be searched for each probability value and posterior risk probability calculated by using Conditional Probability Table (CPT). Further risk is mapped by multiplying the value of likelihood and consequences, choosing the critical risk with the greatest multiplication value and subsequent to the proposed risk mitigation. The mitigation provided is then analyzed to see the impact of the mitigation proposal using Expected Monetary Value (EMV). Based on the results of the identification obtained 42 risks consisting of 1 Main Risk 9 risk source, 26 risk make and 10 risk delivery. Based on the results of the mapping, it was found that the risk of RS7 Sugarcane was dirty as the most critical risk to the sugar factory. Based on the critical risks, the proposed mitigation proposals are to apply the principles of SBM (Sweet, Clean and Fresh) and subsidy to farmers, consisting of seed subsidies, fertilizers and tractor costs. The results of the EMV multiplication indicate that the implementation of mitigation 1 gives the largest EMV result.

**Keywords : Sugar Industry, Risk, Bayesian Network**

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik.

Laporan Tugas Akhir ini diajukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi Strata-I di Jurusan Teknik Industri dengan judul “Analisis Risiko Operasi Industri Gula Dengan Pendekatan *Bayesian Network*”. Selama pelaksanaan Tugas Akhir, penulis sadar bahwa hanya atas bantuan berbagai pihak saja penelitian ini dapat terlaksana. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terimakasih dan penghargaan yang tak terkira kepada :

1. Prof. Iwan Vanany, ST., MT.Ph.D selaku dosen pembimbing yang terus memberikan arahan dan motivasi kepada penulis selama pengerjaan laporan tugas akhir ini.
2. Bapak Harfi sebagai pembimbing dan mentor di perusahaan yang telah memberikan bantuan selama pengambilan data dilakukan.
3. Bapak Puboko dan Bapak Bambang sebagai narasumber yang telah mau berbagi ilmu yang dimilikinya.
4. Prof. Dr. Ir. Suparno, MSIE, Prof I Nyoman Pujawan, Ir., M.Eng., Ph.D., Dodi Hartanto S.T., M.T. dan Niniet Indah Arvitrida S.T, M.T, Ph.D selaku dosen penguji.
5. Nurhadi Siswanto, S.T, M.T.,Ph.D selaku Kepala Departemen Teknik Industri ITS.
6. Orang tua penulis Bapak Sariyono dan Ibu Sriyatun yang selalu memberikan dukungan moril serta material. Kepada Iske Lucia Ganda yang telah menjadi kakak dan sahabat bagi penulis.
7. Teman-teman penulis serta pihak-pihak lain yang tidak bisa disebutkan satu persatu.

Tanpa adanya bantuan dan dukungannya, penelitian untuk tugas akhir ini tidak akan terlaksana.

Surabaya, Juli 2018  
Penulis

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

## DAFTAR ISI

ABSTRAK .....	v
ABSTRACT .....	vii
KATA PENGANTAR .....	ix
DAFTAR ISI .....	xi
DAFTAR TABEL .....	xv
DAFTAR GAMBAR .....	xvii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	4
1.3 Tujuan Penelitian .....	5
1.4 Manfaat Penelitian .....	5
1.5 Ruang Lingkup Penelitian.....	5
1.6 Sistematika Penulisan.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	9
2.1 Proses Operasi Industri Gula.....	9
2.1.1 Source.....	9
2.1.2 Make.....	10
2.1.3 Delivery.....	12
2.2 <i>Risk Management</i> Operasi.....	13
2.2.1 Risk Management Process .....	13
2.3 Manajemen Risiko .....	14
2.4 Metode <i>Bayesian Network</i> .....	19
2.4.1 Representasi Model.....	20
2.4.2 Pembuatan Model.....	20
2.4.3 Tahapan Pengerjaan dengan BN .....	21
2.5 Bayesian network (BN) dalam Hugin .....	21
2.5 <i>Risk Mapping</i> (Peta Risiko) .....	24
2.6 Mitigasi Risiko .....	25
2.7 Penelitian Terdahulu .....	25

BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....	27
3.1 <i>Flowchart</i> penelitian.....	27
3.2 Penjelasan <i>Flowchart</i> Metode Penelitian .....	28
3.2.1 Perumusan Masalah dan Tujuan Penelitian.....	28
3.2.2 Literature Review dan Studi Lapangan .....	29
3.2.3 Analisis Proses Source, Make dan Delivery PG X.....	29
3.2.4 Identifikasi Risiko.....	29
3.2.5 Evaluasi Risiko dengan Metode Bayesian Network.....	30
3.2.6 Pemetaan Risiko .....	30
3.2.7 Mitigasi Risiko .....	30
3.2.8 Analisis dan Interpretasi Data.....	31
3.2.9 Kesimpulan dan Saran .....	31
BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA .....	33
4.1 Identifikasi Risiko.....	33
4.1.1 Identifikasi Proses.....	33
4.1.2 Pengelompokan Proses Ke dalam Source, Make dan Delivery.....	37
4.1.3 Identifikasi Risiko.....	38
4.2 Evaluasi Risiko Dengan <i>Bayesian Network</i> .....	41
4.2.1 Pembuatan Model Risiko Bayesian Networ .....	41
4.2.2 Pengelompokan Risiko Prior dan Posterior.....	42
4.2.3 Pembuatan Conditional Probability Tabel (CPT) dan Perhitungan Probabilitas Posterior.....	46
4.3 Pemetaan Risiko .....	61
4.4 Mitigasi Risiko .....	65
4.4.1 Penyebab Risiko .....	65
4.4.2 Usulan Mitigasi Risiko .....	67
BAB V ANALISIS DAN INTERPRETASI DATA .....	71
5.1 Analisis Proses PG X.....	71
5.2 Analisis Risiko Teridentifikasi .....	73
5.3 Analisis Evaluasi Risiko .....	74
5.4 Analisis Pemetaan Risiko .....	75
5.5 Analisis Keterkaitan Antar Risiko Kritis.....	76

5.6 Analisis Penyebab Risiko.....	78
5.5 Analisis Mitigasi Risiko.....	79
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN .....	83
6.1 Kesimpulan .....	83
6.2 Saran.....	84
DAFTAR PUSTAKA .....	85
LAMPIRAN .....	87
BIOGRAFI PENULIS .....	97

(Halaman ini sengaja dikosongkan)



## DAFTAR TABEL

### BAB 1 PENDAHULUAN

Tabel 1. 1 Kinerja Industri Gula Nasional .....	1
Tabel 1. 2 Perbandingan Eksport dan Import Gula.....	2

### BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Tabel 2. 7 Tabel Penelitian Terdahulu .....	26
---	----

### BAB 4 PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Tabel 4. 1 Pengelompokan Proses Ke dalam <i>Source</i> , <i>Make</i> dan <i>Delivery</i> .....	37
Tabel 4. 2 Risiko yang Teridentifikasi .....	39
Tabel 4. 3 Risiko Prior dan Probabilitasnya .....	43
Tabel 4. 4 Risiko Posterior.....	45
Tabel 4. 5 CPT dan Perhitungan Probabilitas Risiko RS2 Tebu yang dikirim petani berat bukan gula .....	46
Tabel 4. 6 CPT dan Perhitungan Probabilitas Risiko RS3 Kualitas gula yang dikirim petani jelek.....	48
Tabel 4. 7 CPT dan Perhitungan Probabilitas Risiko RS1 Proses <i>Source</i> mengalami gangguan dan menyebabkan kerugian kepada perusahaan.....	48
Tabel 4. 8 CPT dan Perhitungan Probabilitas Risiko RM8 <i>Boiler</i> Berhenti Bekerja .....	49
Tabel 4. 9 CPT Dan Perhitungan Probabilitas Risiko RM9 PLTU Berhenti Bekerja .....	49
Tabel 4. 10 CPT Dan Perhitungan Probabilitas Risiko RM6 Proses yang Termasuk Dalam Divisi Teknik Terganggu Menyebabkan Proses Produksi Berhenti.....	50
Tabel 4. 11 CPT Dan Perhitungan Probabilitas Risiko RM17 Stasiun Pemurnian Berhenti.....	50
Tabel 4. 12 CPT Dan Perhitungan Probabilitas Risiko RM18 Stasiun Penguapan Berhenti.....	51
Tabel 4. 13 CPT Dan Perhitungan Probabilitas Risiko RM19 Stasiun Pemasakan Berhenti.....	51

Tabel 4. 14 CPT Dan Perhitungan Probabilitas Risiko RM7 Proses yang termasuk dalam divisi pabrikasi terganggu menyebabkan proses produksi berhenti .....	52
Tabel 4. 15 CPT dan Perhitungan Probabilitas Risiko RM2 Proses operasi prouksi terganggu .....	53
Tabel 4. 16 CPT dan Perhitungan Probabilitas Risiko RM3 Kualitas gula yang dihasilkan tidak baik .....	53
Tabel 4. 17 CPT dan Perhitungan Probabilitas Risiko RM1 Proses <i>Make</i> mengalami gangguan dan menyebabkan kerugian kepada perusahaan .....	54
Tabel 4. 18 CPT dan Perhitungan Probabilitas Risiko RD2 Gula di Gudang Menumpuk.....	55
Tabel 4. 19 CPT dan Perhitungan Probabilitas Risiko RD1 Proses <i>Delivery</i> Mengalami Gangguan dan Menyebabkan Kerugian Kepada Perusahaan.....	55
Tabel 4. 20 CPT dan Perhitungan Probabilitas Risiko R1 Terjadi kerugian oleh pabrik gula disebabkan oleh proses <i>Source</i> , <i>Make</i> dan <i>Deivery</i> .....	56
Tabel 4. 21 Rekap Evaluasi Probabilitas Risiko.....	57
Tabel 4. 22 Perbandingan Perhitungan Manual dan Hugin.....	60
Tabel 4. 23 Skala Penilaian <i>Consequences</i> Proses Produksi .....	61
Tabel 4. 24 Skala Penilaian <i>Seveiry</i> Non Produksi .....	61
Tabel 4. 25 Hasil Pemetaan Risiko dengan Skala <i>Likelihood</i> dan <i>Consequences</i> .....	63
Tabel 4. 26 Penyebab Terjadinya Risiko .....	66
Tabel 4. 27 Skenario Mitigasi.....	69
Tabel 4. 28 Biaya Subsidi Berdasarkan Luasan Tersubsidi .....	70
Tabel 4. 29 Probabilitas Skenario Mitigasi .....	70
Tabel 4. 30 Perhitungan <i>Expected Monetary Value</i> (EMV) untuk Setiap Skenario .....	70

## DAFTAR GAMBAR

### BAB 2 PENDAHULUAN

Gambar 2.1 <i>Risk Management Process Overview</i> .....	15
Gambar 2. 2 Model atau Topografis Struktur <i>Bayesian Network</i> .....	20
Gambar 2. 3 Tampilan Hugin 1.....	22
Gambar 2. 4 Tampilan Hugin 2.....	23
Gambar 2. 5 Tampilan Hugin 3.....	23
Gambar 2. 6 Tampilan Hugin 4.....	24

### BAB 3 TINJAUAN PUSTAKA

Gambar 3. 1 <i>Flowchart</i> Metode Peneltian .....	27
---	----

### BAB 3 PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Gambar 4. 1 Proses Operasi Gula PG X .....	33
Gambar 4. 2 Proses dalam Kelompok Proses <i>Source, Make</i> dan <i>Deliver</i> .....	35
Gambar 4. 5 Model Risiko <i>Bayesian Netwok</i> dengan <i>Directed Acyclic Graph</i> (DAG) .....	42

### BAB 5 ANALISIS DAN INTERPRETASI DATA

Gambar 5. 1 Model Risiko Kritis .....	76
---------------------------------------	----

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

Pada bab ini akan ditampilkan latar belakang penelitian, perumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, ruang lingkup penelitian dan sistemetika penulisan.

### **1.1 Latar Belakang**

Tebu (*Saccharum officinarum*) merupakan salah satu komoditas strategis nasional yang penting dalam pembangunan sub sektor perkebunan, antara lain untuk memenuhi kebutuhan domestik maupun sebagai komoditi ekspor penghasil devisa negara. Pada tahun 2016 jumlah produksi gula Indonesia mencapai 2,33 juta ton. Provinsi Jawa Timur menjadi provinsi dengan jumlah produksi terbesar sebanyak 1,25 juta ton. Jumlah produksi gula Indonesia pada tahun 2016 mengalami penurunan 7,98% dibandingkan tahun sebelumnya (Badan Pusat Statistik Indonesia, 2016). Sedangkan pada tahun 2015 jumlah produksi gula Indonesia mencapai 2,53 juta ton dengan provinsi Jawa Timur masih menjadi provinsi dengan jumlah produksi terbesar yaitu 1,24 juta ton dan jumlah produksi gula yang mengalami penurunan 1,57% dibandingkan tahun sebelumnya (Badan Pusak Statistik Indonesia, 2015).

Tabel 1. 1 Kinerja Industri Gula Nasional

<b>Kinerja Industri Gula Nasional</b>	<b>Tahun</b>				
	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>
Produksi GKP	2,29	2,27	2,59	2,55	2,58
Produktivitas tebu (ton/Ha)	81,94	67,34	72,1	76,8	70,8
Produktivitas kristal (ton/Ha)	5,3	5,04	5,77	5,47	5,42
Rendemen(%)	6,08	7,29	8,1	7,18	7,64
Luas Kebun Tebu (ribu Ha)	432,7	450,8	449,1	466,6	476,3

(Sumber: Subianto,2016)

Berdasarkan tabel 1.1 terlihat bahwa produksi gula kristal putih (GKP) dari tahun 2010 hingga 2014, terlihat produksi Gula Kristal Putih (GKP) sedikit mengalami kenaikan tetapi berdasarkan data 2015 dan 2016 mengalami penurunan.

Selain itu, berdasarkan tabel 1.2 memperlihatkan bahwa jumlah impor gula meningkat setiap tahunnya, menunjukkan bahwa konsumsi gula dalam negeri yang meningkat tidak diimbangi dengan peningkatan jumlah produksi gula dalam negeri, sehingga impor gula dengan kualitas baik diperlukan untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri. Beberapa faktor yang mempengaruhi produktivitas industri gula adalah efisiensi proses produksi dan rendemen di industri gula dalam negeri.

Tabel 1. 2 Perbandingan Ekspor dan Impor Gula

Tahun	Ekspor		Import	
	Gula(Ton)	Tetes Tebu (Ton)	Gula(Ton)	Tetes Tebu (Ton)
2010	581	468.907	1.382.525	105.994
2011	686	528.667	2.371.250	57.028
2012	487	388.112	2.743.778	102.437
2013	514	537.572	3.343.803	94.712
2014	806	938.662	2.933.823	73.523
2015	814	411.111	3.369.941	97.001
2016	1.256	424.292	4.746.047	78.132

(Sumber: Badan Pusat Statistik, 2016)

Secara garis besar proses produksi gula dapat dibagi menjadi *source*, *make* dan *delivery*. *Source* yaitu proses mendatangkan bahan baku produksi. Bahan baku utama dalam produksi gula adalah tebu. Tebu yang digunakan sebagai sumber bahan baku utama produksi berasal dari tebu petani hampir 90% dari total produksi di PG X dan sisanya merupakan tebu milik pabrik. Dalam proses *make*, pabrik gula melaksanakan fungsi utamanya sebagai pihak yang memberikan jasa penggilingan kepada petani di mana dalam proses ini pabrik gula akan mengambil gula atau nira yang terkandung dalam tebu semaksimal mungkin yang selanjutnya akan diubah menjadi butiran kristas gula. Terdapat beberapa tahapan yang dilakukan pabrik gula dalam mengolah nira menjadi gula siap konsumsi. Tahapan pertama adalah penggilingan, tebu yang telah ditebang selanjutnya akan dibawa menuju pabrik untuk dilakukan proses penggilingan. Proses ini bertujuan untuk mengambil nira yang terkandung di dalam tebu. Tahap kedua adalah proses pemurnian, nira yang telah diambil akan dipisahkan dengan kotoran yang ikut terlarut dalam nira. Tahapan ketiga adalah penguapan, yaitu proses pengurangan kadar air dalam nira.

Tahapan keempat adalah pemasakan, pada proses ini nira yang telah dihilangkan kadar airnya dimasak hingga terbentuk butiran kristal. Tahapan kelima adalah proses putaran di mana kristal gula yang telah terbentuk akan dipisahkan berdasarkan ukuran dan kualitas kristal gula yang selanjutnya akan dilakukan proses penyimpanan.

Dalam proses *delivery*, gula yang telah dimasukkan ke dalam karung selanjutnya akan disimpan ke dalam gudang dan akan dilakukan proses penjualan. Dalam proses penjualan dilakukan dengan proses lelang di mana gula milik petani akan dilelang oleh pihak Asosiasi Petani Gula Indonesia (APTI) dan gula milik petani akan dilelang oleh pihak direksi. Pemenang lelang akan mengambil gula secara langsung di gudang pabrik. Selain itu juga terdapat gula naturalisasi milik petani yang tidak termasuk ke dalam gula yang dilelang oleh APRI dan dapat diambil langsung oleh petani.

Dalam menjalankan proses produksinya PG X melakukan penggilingan selama 24 jam setiap harinya selama masa giling selama kurang lebih 5 bulan. Sisa waktu yang tidak digunakan untuk proses operasi penggilingan digunakan untuk melakukan perawatan mesin. Perawatan yang dilakukan untuk mempersiapkan proses penggilingan selanjutnya. Dengan melihat kondisi bahwa sistem produksi harus bekerja dalam baik selama proses produksi berlangsung sehingga segala hal yang dapat mengganggu sistem produksi, dapat menyebabkan kerugian bagi pabrik gula dan mengganggu ketercapaian tujuan pabrik gula dapat dianggap sebagai risiko (Anityasari & Wessiani, 2011) sehingga perlu dilakukan tindakan kontrol terhadap risiko yang dimiliki pabrik gula. Dalam menjalankan proses produksinya, PG X sendiri masih belum menerapkan *Risk Assessment* secara menyeluruh dalam mengendalikan risiko yang dimilikinya. Selain itu, sekarang ini risiko tidak hanya merupakan satu entitas yang berdiri sendiri melainkan juga memiliki keterkaitan antar risiko, sehingga perlu dilakukan metode evaluasi risiko yang memperhatikan hubungan dan keterkaitan antara satu risiko dengan risiko yang lain.

Dalam melakukan *risk assessment* sendiri terdapat beberapa proses yang dilakukan. Pertama adalah mengidentifikasi dilakukan dengan berkomunikasi dan berkonsultasi dengan pihak *stakeholder* internal dan eksternal. Kedua adalah menentukan batasan dan ruang lingkup dari risiko yang akan diidentifikasi, dalam

penelitian ini ruang lingkup yang akan diteliti adalah proses operasi industri gula di PG X yang dikelompokkan ke dalam menjadi *source*, *make* dan *delivery*. Selanjutnya dilakukan proses identifikasi terhadap proses yang dianggap kritis untuk mencari risiko yang dimiliki masing-masing proses kritis. Setelah dilakukan proses identifikasi, tahap berikutnya adalah menganalisis risiko dengan menggunakan metode kualitatif maupun kuantitatif. Salah satu metode kualitatif yang dapat digunakan adalah *bayesian network*, di mana dalam metode ini penilaian risiko menyertakan hubungan antara satu risiko dengan model *bayesian network*, evaluasi prioritas risiko menggunakan probabilitas dari risiko prior dan tabel kondisi probabilitas sehingga didapatkan nilai probabilitas dari risiko posterior. Hasil dari analisis risiko digunakan sebagai pertimbangan dalam tahapan berikutnya yaitu evaluasi risiko. Dalam tahapan ini dipilih risiko kritis mana saja yang harus dikelola oleh pabrik gula berdasarkan nilai hasil perkalian antara probabilitas sebagai nilai *likelihood* dengan nilai *consequence* atau nilai dampak kejadian risiko. Selanjutnya dilakukan rekomendasi penanggulangan terhadap risiko yang telah teridentifikasi (ISO 31000, 2009)

*Bayesian network* sendiri merupakan metode yang memberikan gambaran mengenai risiko yang kompleks dan ketidakpastian model yang setiap faktor risikonya berkaitan satu sama lain. *Bayesian network* menjadi rekomendasi metode dikarenakan data historis yang terbatas dan dapat menggunakan pendapat subjektif ahli (*expert judgment*). Selain itu metode ini dapat membantu mengidentifikasi variabel yang sensitif bagi perusahaan. Penelitian ini diharapkan mampu mengidentifikasi risiko lebih dalam dan dapat menentukan risiko kritis yang ada menggunakan pendekatan *Bayesian Network* dan dapat memberikan rekomendasi perbaikan terhadap risiko yang telah diidentifikasi (Jager, 2017).

## **1.2 Perumusan Masalah**

Berdasarkan penjelasan pada latar belakang, permasalahan yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah bagaimana mengidentifikasi risiko, melakukan penilaian terhadap potensi risiko kritis dan melakukan pemberian usulan mitigasi risiko yang dapat terjadi pada proses operasi pabrik gula X



### 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari dilakukannya penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui risiko-risiko kritis yang terdapat pada proses operasi industri gula.
2. Membuat kerangka *risk assessment* atau penilaian risiko pada operasi industri gula dengan menggunakan *bayesian network*.
3. Merekomendasikan tindakan mitigasi risiko terdapat risiko yang dianggap kritis untuk mengurangi dampak dari risiko.

### 1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Dapat menjadi rekomendasi bagi PG X dalam memprioritaskan risiko yang dimiliki.
2. Dapat menjadi sumber acuan pabrik gula untuk melakukan mitigasi risiko yang dimiliki oleh.

### 1.5 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup dalam penelitian ini terdiri dari batasan dan asumsi selama dilakukannya penelitian:

Batasan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Pengamatan dan pengambilan data dilakukan pada proses operasi produksi gula tebu pada PG X, proses yang diamati mulai dari tebu sampai ke pabrik hingga gula diambil oleh pembeli atau petani.
2. Risiko yang diamati merupakan risiko kritis yang dapat menyebabkan kerugian pada PG X yang terdapat dalam 3 kelompok proses *source*, *make* dan *delivery*.

Asumsi yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Proses operasi PG X tidak mengalami perubahan kebijakan.
2. Selama penelitian, kegiatan produksi pabrik gula berjalan normal.
3. Risiko yang teridentifikasi merupakan risiko dalam proses operasional industri gula.

## **1.6 Sistematika Penulisan**

Pada sub bab ini akan menjelaskan mengenai sistematika penulisan penelitian yang akan dilakukan.

## **BAB I PENDAHULUAN**

Bab I terdiri dari latar belakang dilakukannya penelitian ini, perumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, ruang lingkup dari penelitian dan sistematika penelitian.

## **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Bab II berisi tentang tinjauan pustaka yang digunakan dan sebagai acuan dalam mengerjakan penelitian ini. Metode dan *literatur review* yang akan digunakan dalam pengerjaan penelitian ini diantaranya adalah proses operasi produksi gula yang dimiliki oleh PG X, risiko, manajemen risiko, penilaian risiko, *bayesian network*, pemetaan risiko dan mitigasi risiko.

## **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

Bab III membahas mengenai tahapan-tahapan sistematis yang dilakukan dalam melakukan penelitian ini, metodologi ini akan menjadi acuan dalam pengerjaan penelitian ini.

## **BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA**

Bab IV membahas mengenai pengumpulan dan pengolahan data yang digunakan untuk mencapai tujuan dari penelitian ini. Data yang dikumpulkan mengenai proses operasi industri gula. Pengambilan data baik secara langsung maupun wawancara kepada pihak pabrik gula. Pengolahan data sesuai dengan metode yang berdasarkan kepada tinjauan pustaka yang telah dilakukan.

## **BAB V ANALISIS DAN INTEPRETASI DATA**

Bab V berisi mengenai analisis dan intepretasi dari hasil pengolahan data yang telah dilakukan pada bab sebelumnya. Hasil dari analisis dan interpretasi data digunakan untuk pengambilan kesimpulan dan penelitian pada penelitian ini.

## **BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab VI berisi kesimpulan yang menjawab tujuan dari penelitian berdasarkan pengolahan dan analisis data yang telah dilakukan serta memberikan saran untuk pabrik gula dan pengembangan penelitian berikutnya.

**(Halaman ini sengaja dikosongkan)**

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai tinjauan pustaka dan *studi literatur* yang akan digunakan dalam penelitian ini yang meliputi proses produksi gula, risiko, manajemen risiko, *risk mapping* dan *bayesian network*. Sehingga dalam pengerjaan laporan penelitian ini penulis memiliki pedoman untuk mencapai tujuan penelitian.

#### **2.1 Proses Operasi Industri Gula**

Proses produksi gula adalah proses pengambilan nira gula yang berasal dari tumbuhan, salah satunya adalah tebu (*Saccharum officinarum*). Nira yang diambil selanjutnya akan melalui proses pemurnian nira, pemasakan, penguapan dan proses putaran hingga menjadi gula kristal yang siap untuk dijual sesuai dengan kualitas yang dimiliki oleh kristal gula yang terbentuk. Berikut ini adalah proses operasi industri gula yang dikelompokkan ke dalam 3 kelompok proses yaitu *source* yaitu mendatangkan bahan baku, *make* yaitu proses produksi dari bahan baku menjadi produk jadi dan *delivery* yaitu proses pengiriman produk.

##### **2.1.1 Source**

Proses-proses yang termasuk ke dalam kelompok proses *source* yaitu pengadaan tebu dan pengendalian kualitas tebu dan pengadaan. Bahan utama tebu dan pengadaan diatur dalam inpres no 9 tahun 1975. Dalam mendapatkan bahan baku tebu PG X memiliki 2 sumber yaitu:

1. Tebu Rakyat Intensifikasi

Merupakan tebu rakyat yang mendapatkan bantuan kredit yang jumlahnya bervariasi, tergantung dari jenis tanah dan lama penanamannya. Jenis tebu ini meliputi:

- a. Tebu Rakyat Intensifikasi Sawah (TRIS)
- b. Tebu Rakyat Intensifikasi Tegalan (TRIT)

2. Tebu Rakyat Biasa

Merupakan tebu yang ditanaman dan dikelola oleh rakyat biasa dengan biaya sendiri. Berdasarkan umurnya dapat dikelompokkan menjadi:

- a. Tebu umur pendek, berumur 10-12 bulan
- b. Tebu umur tengahan, berumur 12-13 bulan
- c. Tebu umur Panjang, berumur 16 bulan

Tebu yang telah dianggap tua dan memiliki kadar gula yang cukup selanjutnya akan ditebang dan dibawa menuju parik dengan menggunakan truk. Sesampainya di PG, truk tersebut akan mendaftar, mengantri, melakukan pengecekan kualitas tebu dan menimbangan tebu yang dibawa oleh truk. Tebu yang digiling oleh pabrik diusahakan memenuhi kriteria MBS (Masak, Bersih dan Segar). Dalam proses ini akan menentukan jumlah bagi hasil gula yang akan dihasilkan di mana PG X menerapkan pembagian 70:30 di mana untuk setiap 100 kg tebu yang digiling dengan rendemen 7% maka akan didapatkan 7 kg gula. Dengan berdasarkan pembagian 70:30 maka petani akan mendapatkan 70% dari gula yang dihasilkan oleh tebu yang mereka kirim dan 30% akan menjadi milik pabrik gula sebagai kompensasi dalam jasa penggilingan tebu yang dilakukan. Sehingga berat tebu yang dibawa oleh truk sangat menentukan jumlah pembagian yang didapatkan oleh petani.

Tebu yang dikirim sendiri memiliki kriteria sesuai dengan kualitas yang dimilikinya. Terdapat 7 kriteria yaitu:

- a. S = tebu bersih
- b. M = kotoran sebesar 1-5%
- c. A = kotoran 6-10%
- d. D = kotoran >10%, diberikan denda 2% kepada petani
- e. B = kotor dan terdapat ujung dan bong, petani denda 10%
- f. G = Merupakan tebu lelesan atau sisa panen yang terbakar dan tidak dilakukan pembayaran
- g. T = merupakan tebu terbakar

### 2.1.2 Make

Pada tahapan ini dilakukan proses pengolahan tebu hingga menjadi gula pasir yang siap untuk dikonsumsi. Terdapat beberapa proses yang termasuk ke dalam kategori kelompok proses *make* yaitu proses produksi dan kualitas tebu. Proses produksi pembuatan tebu dibagi menjadi 2 kelompok yaitu Teknik dan

pabrikasi. Berikut ini merupakan proses yang dikelompokkan ke dalam proses Teknik yang terdiri dari:

1. Proses Penggilingan

Merupakan proses pengambilan nira yang terkandung di dalam tebu semaksimal mungkin. Dimulai dari tebu yang telah berasal dari kebun dibawa menuju pabrik dan dilakukan proses penimbangan dan pemilihan tebu MBS (Manis, Bersih, Segar). Tebu yang telah melewati proses penimbangan akan dipotong menjadi ukuran yang lebih kecil. Potongan tebu yang tersebut selanjutnya akan digiling atau *mill* untuk mengambil nira yang terkandung dalam tebu. Produk yang dihasilkan adalah nira dan ampas gilingan tebu.

2. Proses *Boiller*

Ampas tebu yang berasal dari proses penggilingan selanjutnya akan digunakan sebagai sumber bahan pembakaran untuk menguapkan air yang selanjutnya akan digunakan sebagai sumber energi untuk membangkitkan listrik yang digunakan dalam proses produksi.

3. PLTU

Merupakan proses pembangkitan listrik yang berasal dari uap air yang telah diproduksi di proses *boiler* dan listrik yang dihasilkan akan digunakan sebagai sumber listrik untuk seluruh proses produksi.

Berikut ini merupakan proses yang termasuk ke dalam proses pabrikasi:

1. Proses Pemurnian

Pada proses ini nira yang telah diambil selanjutnya akan dilakukan pemurnian yaitu proses pemisahan antara nira dengan kotoran yang terlarut di dalamnya. Proses ini meliputi pemanasan, pencampuran dengan susu kapur, mengatur tingkat keasaman dari nira dan pemisahan dan penyaringan antara nira murni dan kotoan.

2. Proses Penguapan

Pada proses ini kadar air yang terdapat pada nira yang telah dipisahkan dari kotoran akan diturunkan hingga mendekati titik jenuhnya. Proses ini menggunakan beberapa tingkat proses penguapan dan penyaringan kotoran yang masih tersisa.

### 3. Proses Masakan

Pada proses ini, nira yang telah dikurangi kadar airnya mendekati titik jenuh akan dimasak hingga terbentuk butiran gula. Butiran gula ini akan terbentuk dan memiliki ukuran yang berbeda-beda sehingga diperlukan proses lanjutan untuk memisahkan ukuran butiran gula sesuai dengan kualitasnya.

### 4. Proses Putaran

Pada proses ini butiran gula yang telah terbentuk akan dipisahkan berdasarkan ukuran dan kualitas dari gula tersebut. Terdapat tiga jenis gula yang terbentuk gula besar yang masih menggumpal gula kecil atau halus dan gula SHS (Superieure Hoofd Suiker) atau gula terbaik yang memenuhi standar pabrik gula. Selanjutnya butiran gula akan di simpan sesuai dengan kualitas gula.

Dalam menjalankan proses penggilingan, PG X hanya beroperasi selama kira-kira 5 bulan dan proses produksi dilakukan selama 24 jam dan 7 hari seminggu selama periode tersebut. Proses penggilingan dimulai pada awal bulan ke lima di mana tebu memiliki kadar nira yang tinggi tetapi dapat berubah sesuai dengan kebijakan pabrik gula. Setelah proses penggilingan selesai akan dilakukan proses perbaikan terhadap mesin untuk mempersiapkan proses penggilingan pada periode selanjutnya. Mesin produksi harus berada dalam keadaan baik karena harus bekerja 24 jam setiap harinya. Selain itu juga terdapat proses pengendalian kualitas gula yang diproduksi. Kualitas tebu yang diproduksi tergantung dari efisiensi dari proses produksi dan rendemen yang dimiliki oleh tebu.

#### *2.1.3 Delivery*

Proses pengiriman merupakan proses setelah gula diproduksi disimpan ke dalam penyimpanan. Gula yang telah diproduksi selanjutnya akan dijual. Proses penjualan yang digunakan dalam industri gula menggunakan sistem lelang. Setiap proses penggilingan akan meliputi satu periode yang terdiri dari sekitar 10 hari. 8 hari merupakan proses produksi dan 2 hari merupakan proses pelelangan. Proses pelelangan dilakukan oleh Asosiasi Petani Tebu Indonesia (APTI) untuk gula yang dimiliki oleh petani dan komisari untuk gula yang dimiliki oleh pabrik gula. Selanjutnya setelah didapatkan pemenang, gula akan diambil langsung oleh



pembeli. Selain itu proses *delivery* juga terdiri dari proses penyimpanan gula di dalam gudang.

## **2.2 Risk Management Operasi**

Risiko merupakan sebuah probabilitas dari kejadian yang tidak diinginkan dan dapat menyebabkan kerugian bagi pabrik gula (Sebayang, 2016). Risiko tidak dapat dihilangkan tetapi dapat dikurangi dan dapat ditransfer dari satu pihak kepada pihak lainnya. Risiko merupakan suatu kemungkinan dari sebuah kejadian yang tidak pasti (*uncertainty event*) yang dapat mengganggu ketercapaian suatu tujuan (ISO 31000, 2009). Sedangkan menurut (Anityasari & Wessiani, 2011) risiko merupakan sebuah kemungkinan terjadinya sebuah kejadian dalam periode tertentu di mana kejadian tersebut dapat menyebabkan kerugian jika terjadi.

Manajemen risiko operasi merupakan kolaborasi keilmuan yang menggabungkan antara manajemen risiko (*risk management*) dan manajemen operasi. Menurut Tang dalam Risiko dibagi menjadi risiko operasi dan risiko gangguan

1. Risiko Operasi: merupakan risiko yang berasal dari ketidakpastian yang berasal dari permintaan, *supply* dan biaya.
2. Risiko Gangguan: merupakan risiko yang berasal dari kejadian alam, aktivitas manusia dan kondisi perekonomian.

Dalam penelitian ini akan berfokus pada risiko operasi dan risiko gangguan tidak dimasukkan dalam pengidentifikasian risiko yang dilakukan.

### **2.2.1 Risk Management Process**

Merupakan *framework* yang dapat digunakan oleh pabrik gula untuk mengidentifikasi risiko yang berpotensi pada kegiatan operasi sehingga kegiatan mitigasi dapat direncanakan berdasarkan identifikasi tersebut. Menurut (Australian/New Zealand Standard, 2009) terdapat beberapa proses yang terdapat dalam *framework* tersebut, yaitu:

1. *Risk Identification*

Merupakan proses pengidentifikasian risiko dengan melakukan analisis terhadap proses yang terdapat dalam aktivitas operasi yang dimiliki oleh pabrik gula.

2. *Risk Assessment*

Merupakan proses perhitungan probabilitas dan dampak dari terjadinya risiko. Sehingga didapatkan nilai dari *consequences* dan *likelihood*.

3. *Risk Evaluation*

Merupakan proses pemberian prioritas terhadap risiko yang telah diidentifikasi dan didapatkan nilai keparahan dan kejadian.

4. *Risk Mitigation & contingency*

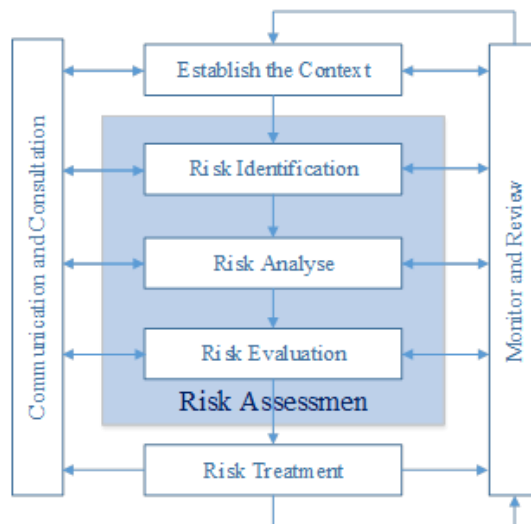
Merupakan proses pemberian tindakan respon terhadap risiko yang telah dievaluasi. Pemberian tindakan diberikan kepada risiko yang telah didapat.

5. *Risk Monitoring*

Ada proses ini dilakukan tindakan monitoring terhadap proses pemberian respon terhadap risiko. Apakah dengan pemberian respon berdampak pada nilai dari risiko tersebut.

## 2.3 Manajemen Risiko

Manajemen risiko merupakan serangkaian kegiatan yang dilakukan untuk mengidentifikasi, mengukur, memonitor, dan mengontrol risiko yang muncul dari proses operasi operasi sebuah pabrik gula. Sedangkan dalam (Anityasari & Wessiani, 2011), manajemen risiko didefinisikan sebagai sebuah budaya, struktur dan proses yang bertujuan untuk mencapai sebuah potensi dengan pengelolaan hal-hal yang dapat merugikan. Manajemen risiko dapat diaplikasikan ke dalam berbagai level organisasi, mulai dari level strategi, taktik dan operasiol. Selain itu manajemen risiko juga dapat diaplikasikan ke dalam proyek untuk menganalisis dan mengambil keputusan spesifik terkait risiko yang mungkin muncul. Berikut ini merupakan *overview* dari manajemen risiko:



Gambar 2.1 *Risk Management Process Overview* (Sumber: ISO 31000, 2009)

Berikut ini adalah tahapan yang dilakukan berdasarkan gambar 2.1:

1. *Communicate and consult*

Komunikasi dan konsultasi dilakukan dengan *stakeholder* internal maupun eksternal sesuai dengan tahapan dan proses manajemen risiko secara keseluruhan.

2. *Establish the context*

Dalam tahapan ini dilakukan penetapan ruang lingkup organisasi untuk menjabarkan tujuan, mendefinisikan strategi dan hubungannya dengan lingkungan eksternal dan internal. Menetapkan ruang lingkup dan parameter yang akan digunakan dalam melakukan manajemen risiko serta menetapkan lingkup dan kriteria risiko di tiap prosesnya.

3. *Identify the risk*

Pada tahapan ini dilakukan identifikasi dari risiko yang ada. Identifikasi dapat dilakukan dengan melakukan *where, when, why* and *how* terhadap kejadian yang dapat mengganggu ketercapaian risiko. Tujuan dari tahapan ini adalah mendapatkan daftar risiko berdasarkan peristiwa-peristiwa yang mungkin terjadi.

4. *Risk analyse*

Analisis risiko dilakukan untuk meningkatkan pemahaman mengenai risiko yang akan dianalisis. Analisis ini mempertimbangkan *range* dari konsekuensi potensial dan bagaimana hal tersebut dapat terjadi. Risiko dapat dianalisis dengan menggunakan penaksiran terhadap peluang terjadinya dan konsekuensi jika terjadi. Analisis risiko dapat dilakukan dengan metode kualitatif maupun kuantitatif berikut adalah penjelasannya:

a. Kualitatif

Metode kualitatif biasanya digunakan untuk mendapatkan indikasi umum terhadap suatu risiko. Pada metode ini menggunakan kata-kata diskriptif dengan skala tertentu untuk mendiskripsikan kemungkinan dari kejadian tersebut. Berikut adalah metode kualitatif yang dapat digunakan untuk menganalisis risiko (Anityasari & Wessiani, 2011):

- i. *Brainstorming*, melakukan diskusi dengan *stakeholder* internal maupun internal untuk mendiskusikan risiko yang terdapat dalam proses operasi pabrik gula
- ii. *Delphi*, merupakan sebuah metode yang berusaha mendapatkan kesepakatan dari beberapa pakar mengenai suatu topik permasalahan.
- iii. *Interview*, melakukan wawancara terhadap permasalahan risiko kepada pihak *stakeholder* yang mengetahui mengenai kondisi dari proses operasi perusahaann.
- iv. *Hazard and Operability Studies*, merupakan metode yang bertujuan untuk mengidentifikasi risiko terkait dengan operasi dan sistem pemeliharaan. Identifikasi dilakukan untuk mencari masalah operabilitas, sumber gangguan operasi dan probabilitas terjadi penyimpangan pada produk yang menyebabkan produk cacat.
- v. *Failure Mode and Effect Critical Analysis*, merupakan metode untuk menganalisis risiko *failure mode* yang didefinisikan sebagai *risiko* dalam sebuah proses maupun produk. Pada metode ini mempertimbangkan peluang

kejadian, dampak kejadian dan deteksi dari kejadian tersebut.

b. Kuantitatif

Analisis kuantitatif menggunakan nilai-nilai numerik. Kualitas dari Analisis ini tergantung dari keakuratan dan kelengkapan data yang digunakan. konsekuensi didapatkan dengan memodelkan keluaran dari kejadian dengan pengalaman studi dan data masa lalu. *Likelihood* dinyatakan dengan probabilitas, frekuensi dari sebuah kejadian.

- i. *Decision Tree*, merupakan metode pengambilan keputusan dengan memodelkan keputusan beserta ketidakpastian yang dimiliki oleh setiap keputusan. Probabilitas dari sebuah kejadian dianggap sebagai risiko dan keputusan terbaik dipilih dengan memperhatikan *Expected Monetary Values* (EMV), yaitu nilai dari hasil dari keputusan yang diambil dikalikan dengan probabilitas keputusan.
- ii. *Statistical Probability Analysis Bayesia Network*, metode ini menggunakan prinsip statistika probabilitas dalam menganalisis risiko. Data historis digunakan untuk menentukan kemungkinan dari sebuah kejadian. Salah satu metode ini adalah teorema bayesian.
- iii. *Value at Risk*, merupakan sebuah metode analisis risiko dengan mempertimbangkan ketidakpastian atau *volutality* dari sebuah kejadian. Terdapat beberapa metode yang dikelompokkan ke dalam VAR yaitu:
  - a. *Historical Method*, merupakan metode yang menggunakan data historis dari sebuah kejadian. Data historis tersebut selanjutnya dianalisis dan dilihat *pattern* yang dimilikinya dan memprediksi kejadian yang akan datang dengan *pattern* tersebut.
  - b. *The Variance-Covariance Method*, metode ini sama dengan *historical method* di mana data historis

tersebut dianalisis pola yang dimilikinya dengan menambahkan asumsi distribusi. Dalam mengasumsikan distribusi dicari parameter dari distribusi yang digunakan.

- c. *Monte Carlo Simulation*, dalam metode ini dilakukan simulasi dengan membangkitkan bilangan acak sejumlah ketidakpastian yang telah dianalisis sebelumnya. Nilai dari angka acak tersebut mengikuti data historis yang telah diplot ke dalam bentuk distribusi. Selanjutnya didapatkan ketidakpastian yang digunakan untuk mendapatkan hasil yang diinginkan. Proses ini diulang beberapa kali hingga mendapatkan data hasil yang selanjutnya diplot ke dalam sebuah grafik distribusi dan dapat dilihat pola hasil dari dapat dianalisis dan dievaluasi.

#### 5. *Risk evaluation*

Pada tahapan evaluasi risiko dilakukan pengambilan keputusan berdasarkan hasil dari analisis risiko. Dipilih risiko mana yang dikelola berdasarkan prioritas dari risiko tersebut. Evaluasi risiko dilakukan dengan membandingkan level antara risiko yang ditemukan dalam proses evaluasi.

#### 6. *Risk treatment*

Pada tahapan ini risiko yang telah di analisis dan dievaluasi selanjutnya dilakukan penentuan tindakan yang akan dilakukan terhadap risiko yang telah teridentifikasi. Menurut (Anityasari & Wessiani, 2011) dan (ISO 31000, 2009) terdapat beberapa tindakan yang dapat dilakukan, yaitu:

- a. Menghindari risiko
- b. Menerima risiko
- c. Mentransfer risiko
- d. Mengurangi peluang terjadi risiko
- e. Mengurangi dampak dari risiko
- f. Menghilangkan sumber risiko

## 7. *Monitoring and review*

Tahap ini diperlukan untuk memonitor keefektifan dari seluruh langkah-langkah yang terdapat dalam manajemen risiko. Pengawasan terus-menerus dilakukan untuk melihat apakah terdapat perubahan terhadap risiko yang dimiliki sebelumnya setelah dilakukan tindakan mitigasi setiap tahapan harus didokumentasikan sebagai sumber perbaikan selanjutnya.

### 2.4 Metode *Bayesian Network*

Merupakan metode yang berfokus kepada menentukan probabilitas kemungkinan dari kejadian A jika kejadian B telah terjadi. Dengan melihat fungsinya maka metode ini dapat digunakan untuk menilai risiko yang memiliki keterkaitan antara satu dengan yang lainnya dan dapat berdampak baik maupun berdampak buruk. Secara umum rumus teorema bayesian adalah:

$$P(A|B) = \frac{P(A,B)}{P(B)} \dots\dots\dots (2.1)$$

Teorema bayesian dapat digunakan pada probabilitas bersyarat untuk kejadian pertama dari dua kejadian yang saling bersekuansi di mana kejadian kedua telah diamati. Proabilitas ini disimbolkan dengan  $P(A|B)$  atau peluang terjadinya A jika kejadian B telah terjadi. Berikut ini adalah rumus komputasi dari teorema Bayesian:

$$P(A|B) = \frac{P(A)P(B|A)}{P(A)P(B|A)+P(A')P(B|A')} \dots\dots\dots (2.2)$$

Contoh perhitungan dengan menggunakan metode ini adalah misalkan terdapat 2 kotak di mana pada kotak pertama terdapat 2 koin dime dan 3 koin nikel sedangkan pada kotak kedua terdapat 4 dime dan 1 nikel. Sebuah kotak dipilih secara random dan sebah koin diambil dan didapatkan dime. Berdasarkan nformasi tersebut berapa peluang kotak 1 terpilih. Berdasarkan informasi yang didapat maka  $P(box1) = 0,5$  dan  $P(box2) = 0,5$  sedangkan peluang  $P(dime|box1) = 0,4$

$P(\text{nikel}|\text{box1}) = 0,6$ ;  $P(\text{dime}|\text{box2}) = 0,8$  dan  $P(\text{nikel}|\text{box2}) = 0,2$ . Dengan menggunakan rumus bayesian didapatkan:

$$P(\text{box 1}|\text{dime}) = \frac{P(\text{box1})P(\text{dime}|\text{box1})}{P(\text{box1})P(\text{dime}|\text{box1}) + P(\text{box2})P(\text{dime}|\text{box2})}$$

$$(\text{box 1}|\text{dime}) = \frac{(0,5)(0,4)}{(0,5)(0,4) + (0,5)(0,8)} = \frac{0,2}{0,6} = \frac{1}{3} = 0,33$$

Berdasarkan perhitungan yang dilakukan maka dapat probabilitas dari kotak 1 terpilih dari informasi yang diketahui adalah 0,6 dengan hanya mengetahui informasi yang simple. (Kazmier & Pohl, 1987).

#### 2.4.1 Representasi Model

Bayesian menyediakan representasi grafis hubungan peluang Bersama dengan *set variable* acak. Terdapat dua unsur utama dalam *bayesian network* yaitu:

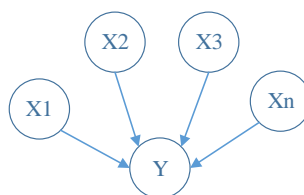
1. *Directed acyclic graph* merupakan penulisan dalam keterangan sandi hubungan antar kumpulan variabel.
2. *Conditional probability tabel* (CPT) merupakan tabel yang menunjukkan keterkaitan antara prior dan posterior dan kemungkinan scenario yang mempengaruhi probabilitas kejadian.

#### 2.4.2 Pembuatan Model

Pembuatan model dalam *bayesian network* melibatkan beberapa tahapan yaitu:

1. Pembuatan Struktur *Network*

Dalam pembuatan struktur network dilakukan pembuatan grafis antara entitas yang ada dan hubungan yang dimiliki oleh entitas.



Gambar 2. 2 Model atau Topografis Struktur *Bayesian Network*



2. Melakukan estimasi peluang untuk masing-masing kejadian.

Pemberian estimasi peluang dapat dilakukan dengan menggunakan data maupun menggunakan penilaian dari pihak ahli.

Pada penyusunan *bayesian network* tidak ada aturan yang pasti sehingga pembuat dapat membuat topografi jaringan sesuai dengan keinginannya.

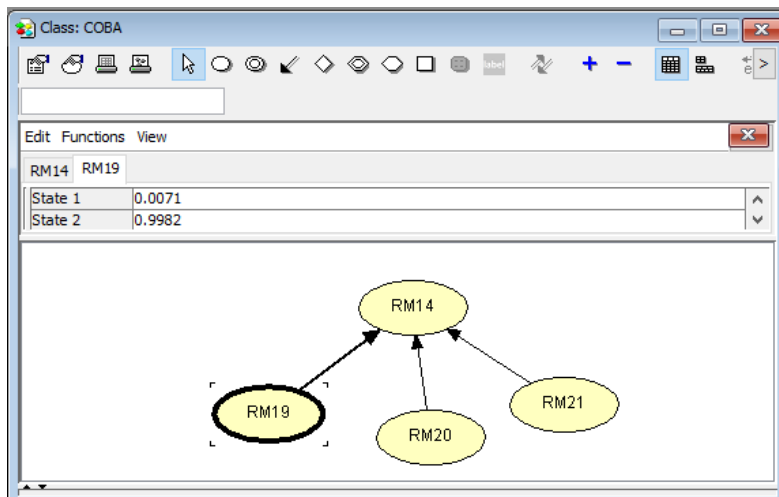
#### 2.4.3 Tahapan Pengerjaan dengan BN

Berikut ini merupakan tahapan yang dilakukan dalam melakukan evaluasi risiko dengan menggunakan *Bayesian Network*

- Membuat model tahapan dan proses yang dimiliki PG X. Dalam pembuatan model digunakan *Directed acyclic graph (DAG)* dalam menunjukkan keterkaitan antara satu risiko dengan risiko yang lain.
- Menentukan Prior dan Posterior. Prior merupakan risiko sebelum atau risiko yang mempengaruhi risiko yang lain dan posterior merupakan risiko yang dipengaruhi oleh prior
- Mencari probabilitas *True* dan *False* untuk prior
- Menentukan *Conditional probability tabel (CPT)* untuk setiap posterior berdasarkan posterior dan DAG yang telah dibuat sebelumnya.
- Melakukan perhitungan untuk melihat probabilitas terjadinya posterior dan probabilitas baru untuk masing-masing prior jika terdapat kejadian posterior terjadi.

#### 2.5 Bayesian network (BN) dalam Hugin

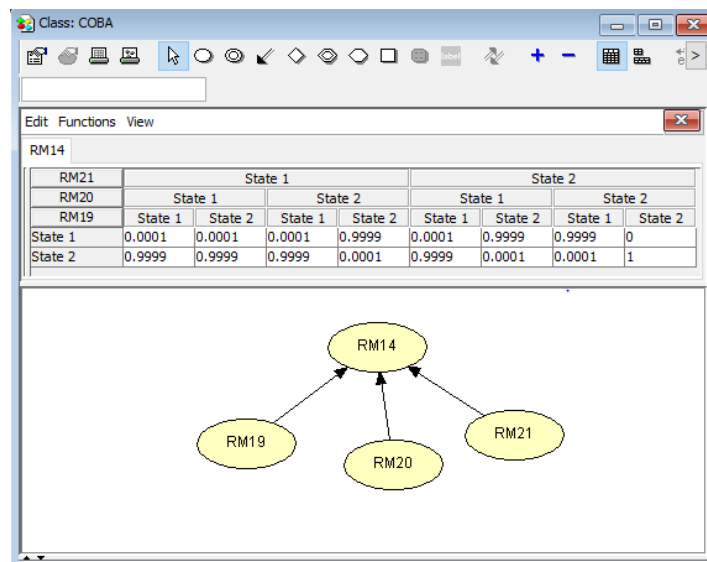
Hugin merupakan sebuah *software* yang dapat digunakan untuk membantu melakukan estimasi terhadap melakukan perhitungan dan estimasi terhadap kemungkinan dari sebuah kejadian yang saling terkait dan digambarkan dengan menggunakan *Bayesian network*. Software yang digunakan merupakan software trial yang berasal dari hugin. Berikut ini merupakan tampilan dari *software* hugin:



Gambar 2. 3 Tampilan Hugin 1

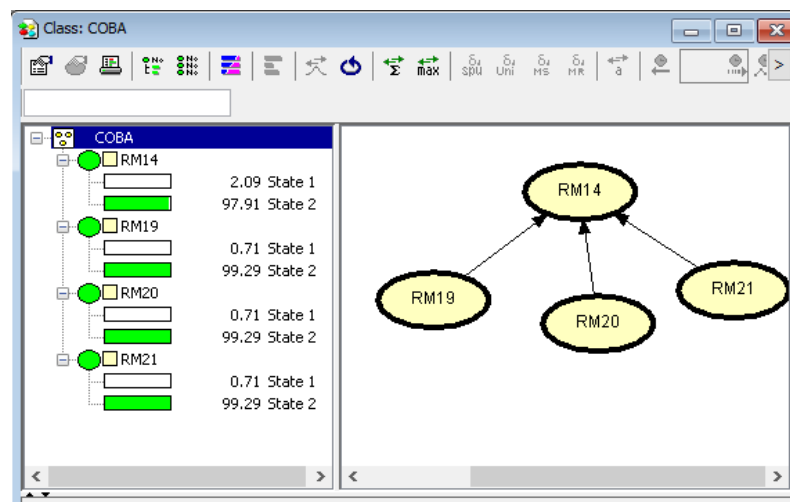
Pada *software* hugin yang terdapat pada gambar 2.3, terdapat beberapa *tools* yang digunakan dalam pengerjaan penelitian ini, yaitu *dicrete chance tools* dan *link tools* . Kedua *tools* ini digunakan untuk membuat *Bayesian network* yang telah dibuat sebelumnya. *Dicrete chance tools* digunakan untuk menunjukkna sebuah kejadian atau dalam penelitian ini adalah risiko yang telah di identifikasi. *Link tools* digunakan untuk menunjukkna keterkaitan antara satu risiko dengan risiko yang lain.

Setelah dilakukan pembuatan *bayesian network*, risiko anak atau prior dalam gambar 2.3 terdiri dari RM19, RM20 dan RM21 diberikan nilai probabilitas kejadian dari risiko tersebut. Pada gambar 2.3 RM19 memiliki 2 kondisi *state* 1 dan 2 di mana *state* 1 dapat diartikan sukses atau *yes* dari kejadian RM19. Setelah seluruh prior diberikan nilai selanjutnya dilakukan pemberian nilai RM14 sebagai posterior dengan menggunakan *conditional probability tabel* (CPT). Dikarenakan terdapat 3 prio, maka terdapat 8 buah susuan skenario kejadian yang dimiliki oleh RM14. Berikut ini adalah nilai dari CPT RM14:



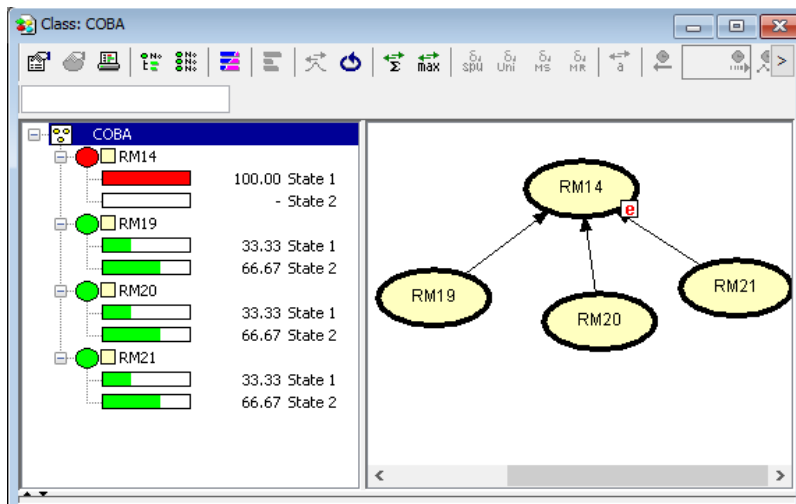
Gambar 2. 4 Tampilan Hugin 2

Pada gambar 2.4 merupakan nilai CPT yang diberikan kepada RM14. Selanjutnya dapat dilakukan perhitungan nilai probabilitas dari RM14 dan nilai prior jika posterior terjadi. Berikut ini adalah perhitungan probabilitas posterior:



Gambar 2. 5 Tampilan Hugin 3

Berdasarkan gambar 2.5 nilai kemungkinan terjadinya RM14 adalah 2,09% dengan mempertimbangkan nilai masing-masing prior dan CPT.



Gambar 2. 6 Tampilan Hugin 4

Selanjutnya dapat dilakukan perhitungan nilai probabilitas masing-masing prior terjadi jika diketahui posterior telah terjadi yaitu sebesar masing-masing 33,33% untuk seluruh RM19, RM20 dan RM 21.

## 2.5 Risk Mapping (Peta Risiko)

Setelah dilakukan Analisis terhadap risiko yang telah diidentifikasi sebelumnya, selanjutnya dilakukan pemetaan terhadap risiko. Pemetaan risiko menggunakan nilai *consequences* dan *likelihood* di mana nilai *likelihood* didapatkan dari nilai probabilitas kejadian dan nilai *consequences* dinilai dari dampak terjadinya risiko dan dinilai dengan menggunakan skala yang telah dibuat sebelumnya. Kedua nilai tersebut akan dikalikan dan didapatkan nilai perkalian risiko. Nilai inilah yang akan digunakan untuk memilih risiko mana yang akan diprioritaskan dengan melihat nilai perkalian terbesar. Dalam melakukan penilaian digunakan skala likert.

Berdasarkan Rensis Likert (1903-1981), skala likert merupakan sebuah skala yang digunakan untuk mengubah kategori ke dalam sebuah skala interval yang sama. Skala likert mengkatagorikan kondisi menjadi 3, 5 atau 7 sesuai dengan preferensi pembuat skala. Pada 5 skala penilaian dapat berupa “*Strongly agree*,” “*Agree*,” “*Somewhat Agree*,” “*Somewhat Disagree*,” “*Disagree*,” and “*Strongly disagree*.” (Bernstein, 2005). Dalam penelitian ini akan menggunakan

skala likert 5 dengan kriteria yang disesuaikan dengan kebutuhan dan kondisi dari perusahaan.

## **2.6 Mitigasi Risiko**

Mitigasi merupakan tindakan respon terhadap risiko yang teridentifikasi dan dilakukan analisis. Pemberian risiko bertujuan untuk mengurangi dampak dari terjadinya risiko ataupun mengurangi probabilitas dari terjadinya risiko. Dalam pemberian respon terhadap risiko berbeda antara satu risiko dengan risiko yang lain (Anityasari & Wessiani, 2011) Berikut ini adalah beberapa tindakan mitigasi yang dapat dilakukan menurut:

1. *Avoidance*

Melakukan tindakan menghindari risiko di mana sebisa mungkin risiko tersebut tidak terjadi.

2. *Transfer*

Merupakan tindakan mitigasi dengan memindahkan *risiko* kepada pihak lain.

3. *Reduction*

Merupakan tindakan mitigasi dengan mengurangi dampak dan probabilitas risiko dikarenakan risiko tersebut tidak mungkin untuk dihindari ataupun dipindahkan kepada pihak lain.

4. *Acceptance*

Memutuskan untuk menerima risiko yang ada.

Perlakuan terhadap risiko merupakan penentuan dalam mitigasi risiko di mana penentuan dilakukan berdasarkan nilai dari ranking risiko yang terbesar. Sehingga risiko dengan ranking terbesar akan ditangani terlebih dahulu dan berfokus kepada perencanaan mitigasi risiko yang termasuk ke dalam kelompok risiko tinggi.

## **2.7 Penelitian Terdahulu**

Berikut ini merupakan penelitian yang berkaitan dengan manajemen risiko yang telah dilakukan sebelumnya.

Tabel 2. 1 Tabel Penelitian Terdahulu

No	Penulis	Tahun	Kategori	Penelitian	Output
1	Anggriani Profita	2014	Tesis	Melakukan pengembangan metode dengan menggabungkan manajemen risiko metode FMECA dengan simulasi sistem dinamik	Pengembangan metode manajemen risiko dengan simulasi sistem dinamik
2	Dinarrani Gunita	2015	Tugas Akhir	Melakukan penelitian implementasi manajemen risiko pada proyek dengan menggunakan pendekatan <i>bayesian network</i>	Mitigasi Risiko
3	Andreas Haga Sebayang	2016	Tugas Akhir	Melakukan analisis risiko terhadap pelayanan pelayanan kapa di PT Pelayaran Indonesia III cabang Tanjung Priuk	Mitigasi Risiko
4	Penelitian ini	2018	Tugas Akhir	Melakukan analisis risiko terhadap proses operasi produksi gula di PG X dengan menggunakan pendekatan bayesian network	Mitigasi Risiko

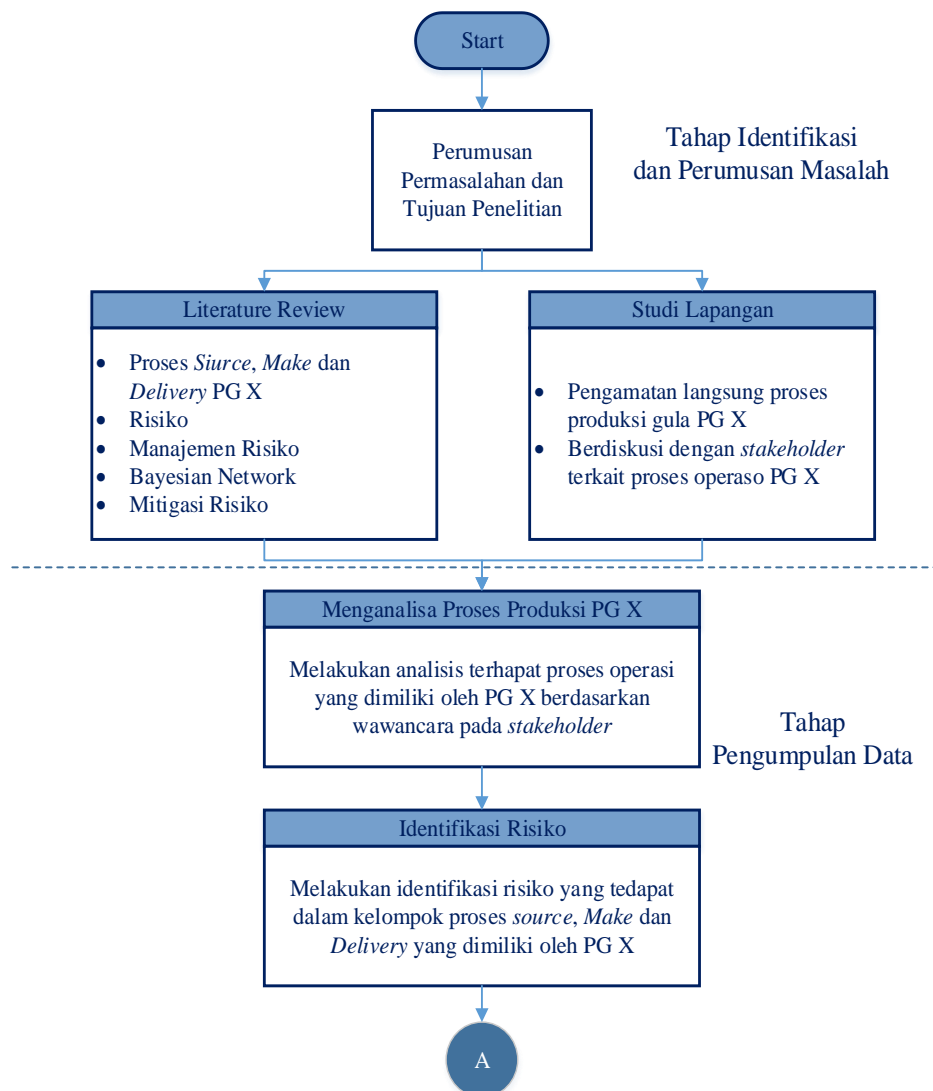
## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

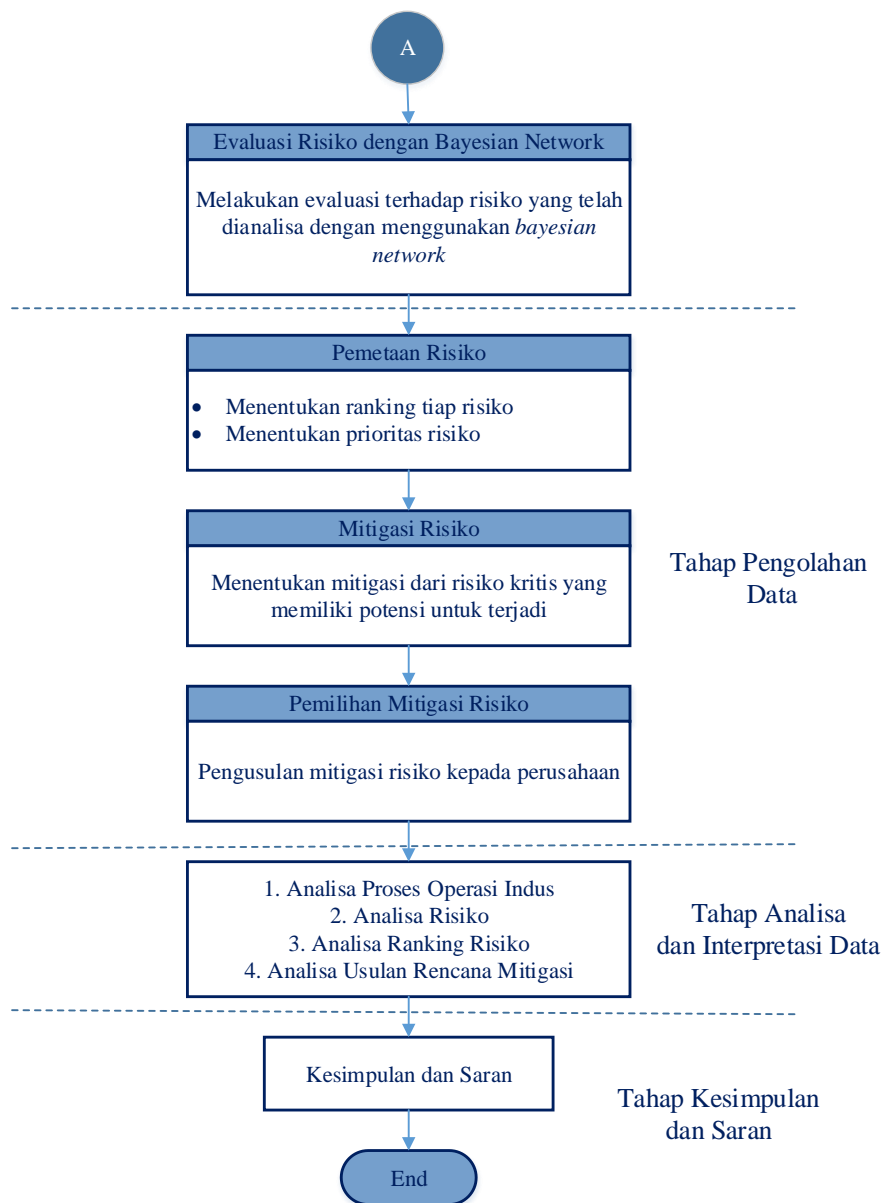
Pada bab ini akan dijelaskan mengenai tahapan-tahapan yang akan dilakukan dalam penelitian ini. Tahapan ini digunakan sebagai pedoman untuk mencapai tujuan dari penelitian ini.

#### 3.1 *Flowchart* penelitian

Berikut ini adalah *flowchart* tahapan-tahapan yang akan dilakukan dalam melaksanakan penelitian ini:



Gambar 3. 1 *Flowchart* Metode Penelitian



Gambar 3. 1 *Flowchart* Metode Peneltian (Lanjutan)

### 3.2 Penjelasan *Flowchart* Metode Penelitian

Pada sub bab ini akan dijelaskan mengenai tahapan yang terdapat dalam *flowchart*. Tahapan yang akan dijelaskan merupakan tahapan yang akan dilakukan untuk mencapai tujuan dari penelitian ini

#### 3.2.1 *Perumusan Masalah dan Tujuan Penelitian*

Tahapan yang pertama dilakukan adalah mengidentifikasi masalah yang ada. Selanjutnya dari permasalahan yang ditemukan, dilakukan perumusan tujuan



dari penelitian ini. Selain masalah dan tujuan ditentukan juga ruang lingkup penelitian dan sistematika dari penelitian yang akan dilakukan.

### 3.2.2 Literature Review dan Studi Lapangan

Pada tahapan ini dilakukan *literature review*, yaitu pencarian tinjauan pustaka mengenai metode yang akan digunakan dalam penelitian ini. metode ini digunakan dan membantu tercapainya tujuan dari penelitian ini. *Literature review* yang disertakan dalam laporan penelitian ini adalah proses operasi, proses produksi gula, risiko, manajemen risiko, metode *bayesian network*, pemetaan risiko dan mitigasi risiko. Selain itu dilakukan studi lapangan untuk melihat kondisi dari objek dari penelitian ini.

### 3.2.3 Analisis Proses Source, Make dan Delivery PG X

Pada tahapan ini dilakukan analisis terhadap proses *source*, *make* dan *delivery* yang dimiliki oleh PG X. Analisis dilakukan dengan melakukan wawancara kepada pihak *stakeholder* yang mengetahui sistem yang terdapat pada PG X.

### 3.2.4 Identifikasi Risiko

Pada tahapan ini dilakukan identifikasi risiko. Identifikasi risiko dilakukan berdasarkan tahapan dari proses produksi yang telah dilakukan. Tahapan pertama yang dilakukan dalam mengidentifikasi risiko adalah mengidentifikasi proses yang terdapat dalam PG X dan dikelompokkan ke dalam 3 kelompok yaitu *source*, *make* dan *delivery*. Selanjutnya setiap proses tersebut dilakukan analisis risiko-risiko yang ada dan pernah terjadi sebelumnya. Dalam melakukan identifikasi dilakukan dengan mewawancarai pihak yang mengetahui proses yang diidentifikasi. Output dari proses ini adalah proses, risiko di masing-masing proses, hubungan antara satu risiko dengan risiko yang lain. Risiko dikelompokkan ke dalam risiko prior dan posterior, jumlah kejadian atau probabilitas prior dan *conditional probability tabel* (CPT).

### 3.2.5 Evaluasi Risiko dengan Metode Bayesian Network

Pada tahapan ini dilakukan evaluasi terhadap risiko yang telah teridentifikasi. Evaluasi dilakukan dengan menggunakan *bayesian network*. Risiko yang telah teridentifikasi selanjutnya disusun dalam sebuah model *bayesian* dengan menggunakan *Directed acyclic graph*, yaitu sebuah grafik yang menunjukkan keterkaitan dan hubungan antara satu risiko dan risiko lain atau hubungan antara risiko prior dan posterior. DAG disusun mengerucut untuk mempermudah dalam melakukan perhitungan probabilitas. Selanjutnya untuk risiko yang termasuk ke dalam risiko prior akan diberikan nilai probabilitas kejadian dan risiko yang merupakan posterior akan menggunakan *conditional probability tabel* (CPT) untuk menghitung probabilitasnya. *Output* dari proses ini adalah probabilitas untuk masing-masing risiko jika posterior utama terjadi. Selanjutnya probabilitas ini akan digunakan sebagai nilai untuk *likelihood* dan digunakan untuk pemetaan risiko.

### 3.2.6 Pemetaan Risiko

Pada tahapan ini dilakukan pemetaan risiko berdasarkan tingkat keparahan *consequences* yang didapatkan saat melakukan proses identifikasi dengan wawancara langsung dan nilai probabilitas atau *occurrence* yang didapatkan dari evaluasi risiko dengan menggunakan *bayesian network*. Risiko akan memiliki 2 nilai yaitu *consequences* dan *likelihood* yang selanjutnya akan dipetakan dan dilihat risiko yang memiliki nilai perkalian nilai *likelihood* dan *consequences* tertinggi. berdasarkan nilai ini lah akan dipilih risiko kritis yang selanjutnya akan diberikan usulan mitigasi.

### 3.2.7 Mitigasi Risiko

Pada tahapan ini dilakukan perencanaan rekomendasi mitigasi berdasarkan ranking risiko yang telah dilakukan. Mitigasi diberikan kepada risiko yang memiliki nilai terbesar dan dianggap sebagai risiko kritis. Pemiliran mitigasi risiko dilakukan berdasarkan jenis dari risiko tersebut apakah risiko tersebut dapat dihindar, dikurangi, dipindahkan atau dihilangkan.

### *3.2.8 Analisis dan Interpretasi Data*

Pada tahapan ini dilakukan analisis dan interpretasi data dari hasil penelitian. Analisis dilakukan terhadap identifikasi risiko, evaluasi risiko, pemetaan risiko dan usulan mitigasi yang telah diberikan.

### *3.2.9 Kesimpulan dan Saran*

Pada tahap ini dilakukan pengambilan kesimpulan dan saran. Kesimpulan diambil untuk menjawab tujuan dari penelitian ini sedangkan saran diberikan untuk penelitian ke depannya dan kepada perusahaan mengenai usulan mitigasi risiko yang telah diberikan dalam penelitian ini.

**(Halaman ini sengaja dikosongkan)**

## BAB IV

### PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

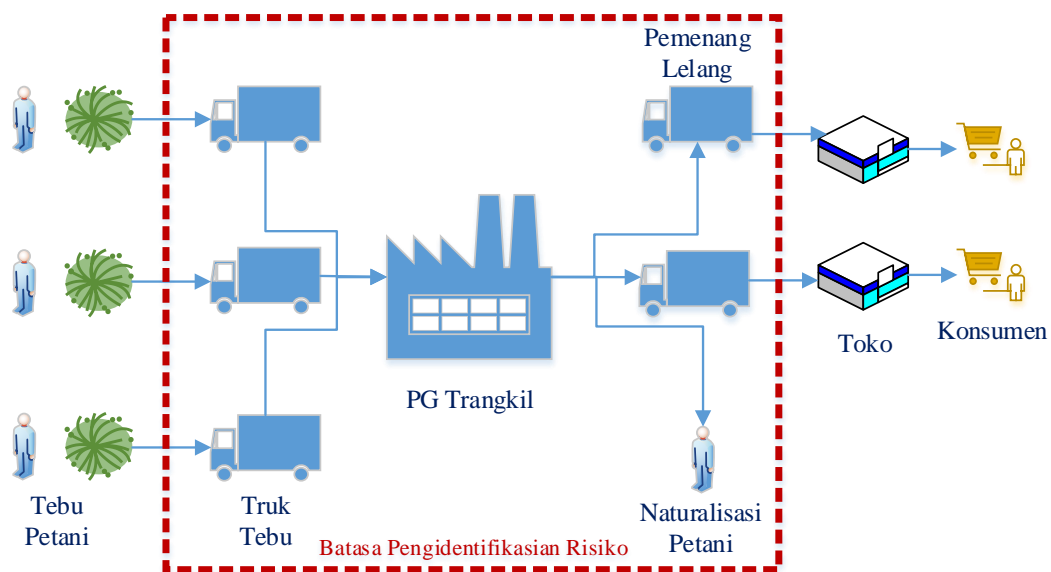
Pada bab ini akan dilakukan pengumpulan dan pengolahan data pada PG X yang akan digunakan untuk analisis data. Dalam bab ini akan dilakukan identifikasi risiko, evaluasi risiko, pemetaan risiko dan pemberian usulan mitigasi.

#### 4.1 Identifikasi Risiko

Pada sub bab ini akan dilakukan identifikasi untuk mencari risiko yang terdapat pada proses operasi industri gula. Identifikasi dilakukan dengan mengidentifikasi proses yang terdapat pada PG X dan mengelompokkannya ke dalam 3 kelompok proses yaitu *source*, *make* dan *delivery*. Selanjutnya dilakukan identifikasi risiko yang terdapat pada masing-masing proses.

##### 4.1.1 Identifikasi Proses

Pada sub bab ini akan dilakukan identifikasi proses yang dimiliki oleh PG X. Berikut ini adalah gambaran proses operasional dengan berdasarkan perspektif PG X:

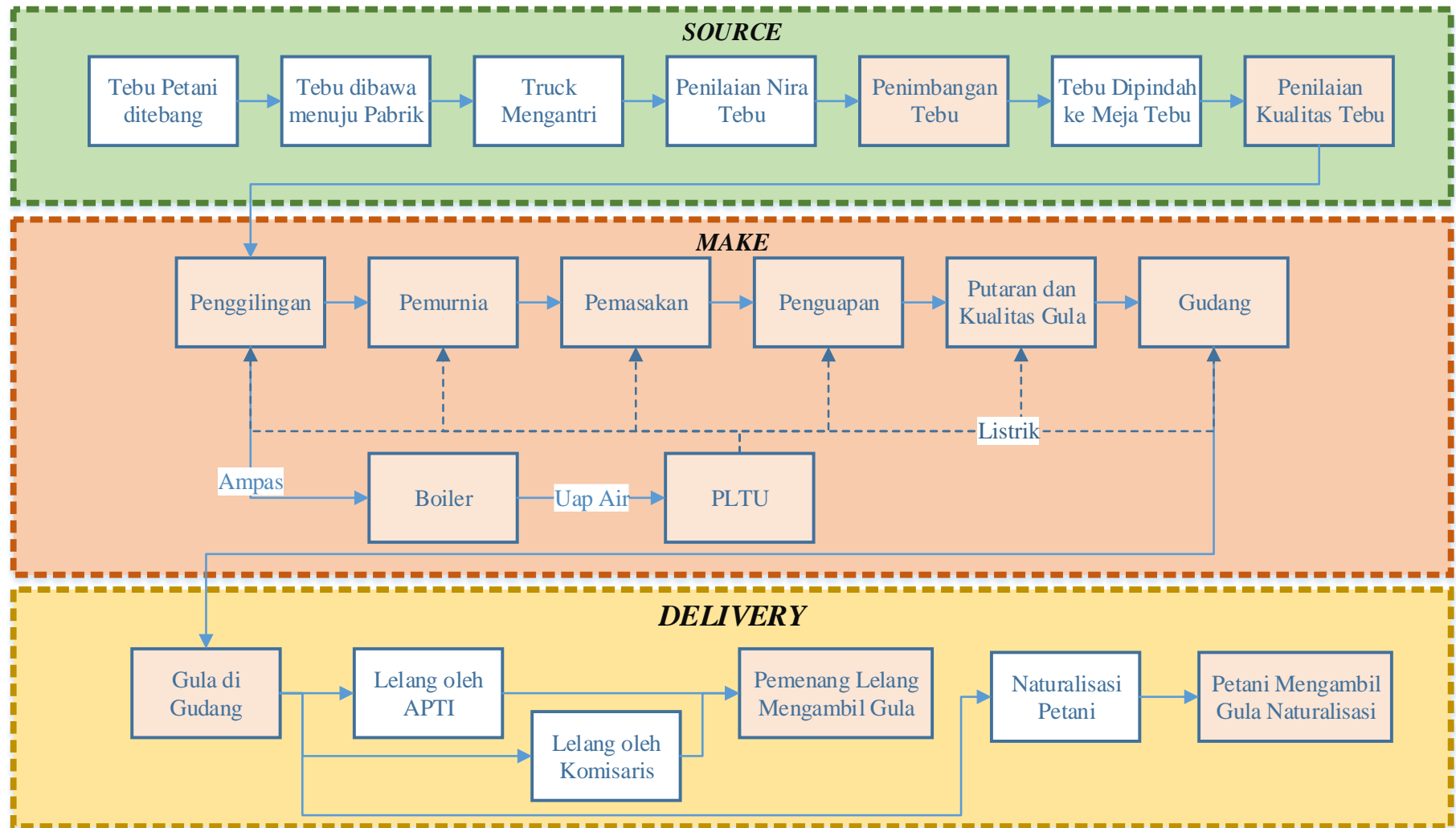


Gambar 4. 1 Proses Operasi Produksi Gula PG X

Berdasarkan Gambar 4.1 merupakan proses operasi yang dimiliki oleh PG X. Pihak pertama dalam proses operasi produksi gula adalah petani sebagai sumber bahan baku utama produksi yaitu tebu. Tebu yang digiling di PG memiliki dua sumber utama yaitu tebu dari petani sebesar 90% dan pasokan tebu milik PG X sebesar 10%. Pihak pabrik gula sendiri memiliki tugas utama untuk mengmabil nira semaksimal mungkin dari tebu dan diubah menjadi gula. Setelah mulai masa giling petani sebagai pemilik tebu akan menebang tebu yang dimilikinya dan membawanya menuju pabrik untuk diproses. Sebelum diproses tebu akan dicek kualitas dan penimbangan berat yang digunakan untuk menentukan jumlah pembagian antara petani dan pabrik. Selanjutnya tebu akan dilakukan proses pengolahan oleh pabrik yang meliputi penggilingan, pemurnian, pemasakan, penguapan dan putaran. Selain itu terdapat proses *boiler* dan PLTU untuk menghasilkan listrik yang digunakan selama proses produksi pabrik.

Selanjutnya gula yang telah diproduksi akan disimpan dan akan menunggu untuk diambil oleh pembeli. Proses penjualan tebu menggunakan proses lelang di mana pihak yang melakukan pelelangan dibagi 2 berdasarkan kepemilikan gula. Petani akan memiliki 70% di mana 10% nya merupakan gula naturalisasi yang dapat diambil langsung oleh petani sedangkan 90% akan dijual melalui proses pelelangan oleh APRI. Sedangkan tebu milik pabrik gula akan dilelang oleh pihak komisaris. Pemenang lelang akan mengambil gula yang telah dibeli di pabrik dan mengirimkannya ke *retailer* yang akan menjual tersebut yang nantinya akan dibeli oleh komsumem.

Dalam penelitian ini, proses yang akan dianalisis merupakan proses yang pihak pabrik sebagai pihak utama dan memiliki kendali atas proses tersebut. Proses yang termasuk ke dalam proses yang dianalisis adalah proses tebu dibawa oleh truk menuju pabrik, proses produksi gula yang dilakukan, proses pengendalian kualitas, dan proses pengambilan gula yang dilakukan oleh pihak pemenang lelang dan petani. Proses tersebut akan dikelompokkan menjadi 3 kelompok proses yang terdiri dari *source*, *make* dan *delivey*. Berikut ini adalah proses yang termasuk ke dalam masing-masing kelompok proses dan proses yang dianggap krusial dan memiliki risiko kritis yang dapat mempengaruhi keseluruhan proses operasi pabrik gula.



Gambar 4. 2 Proses dalam Kelompok Proses *Source*, *Make* dan *Deliver*

Berdasarkan gambar 4.2, proses truk yang dibawa menuju pabrik akan mengantri dan dilakukan pengecekan rendemen, selanjutnya truk akan ditimbang untuk menentukan berat tebu. Hasil berat akan digunakan sebagai acuan dalam menentukan jumlah pembagian gula antara petani dan pabrik gula. setelah ditimbang, tebu akan dipindahkan menuju meja tebu untuk selanjutnya didorong menuju proses penggilingan. Dalam proses pemindahan ini tebu yang berasal dari truk akan dilakukan penilaian untuk melihat termasuk ke dalam kelompok mana tebu tersebut. Penilaian kelompok ini menunjukkan kualitas tebu dan juga dapat mempengaruhi jumlah bagi hasil yang akan diterima oleh petani.

Proses berikutnya yaitu proses produksi gula, tebu yang telah berada di meja tebu akan didorong menuju proses penggilingan. Dalam proses penggilingan ini nira yang terkandung dalam tebu akan diambil semaksimal mungkin. Keluaran dari proses ini adalah nira dan ampas tebu. Ampas tebu akan dibawa menuju stasiun *boiler* untuk selanjutnya dibakar untuk menghasilkan uap air yang nantinya akan digunakan di PLTU untuk menghasilkan listrik. Listrik ini akan menjadi sumber tenaga seluruh mesin di pabrik. Nira selanjutnya akan dibawa menuju ke stasiun pemurnian untuk dilakukan proses pemurnian untuk memisahkan nira dan kotoran yang terdapat pada nira. Nira yang telah dipisahkan dengan pengkotorannya akan diuapkan hingga menjadi berada pada titik jenuhnya. Nira akan dimasak hingga terbentuk butiran kristal gula. Gula yang telah terbentuk selanjutnya akan dipisahkan berdasarkan ukuran kristal dan dimasukkan ke dalam karung. Karung gula yang telah terisi selanjutnya akan dibawa menuju gudang untuk disimpan sebelum diambil oleh pembeli.

Gula yang diproduksi di dalam gudang selanjutnya akan menunggu untuk diambil oleh pembeli. Proses penjualan gula dibagi 2 berdasarkan kepemilikan gula tersebut. gula petani sebesar 70% dan gula pabrik gula 30% dengan berdasarkan pembagina yang dilakukan oleh pabrik gula. gula petani selanjutnya akan dibagi 2 kembali yaitu gula naturalisasi 10%+30% dan gula jual yang merupakan sisanya. Gula milik pabrik gula akan didelang melalui komisarisi yang besara di Surabaya. Gula jual milik petani akan dilelang oleh APTI dan gula naturalisasi akan diambil langsung oleh petani untuk konsumsi maupun dijual tanpa melalui perantara APTI. Selanjutnya pemenanng lelang akan mengambil gula secara langsung di gudang



yang selanjutnya akan dijual ke *retailer* yang akhirnya akan dikonsumsi oleh konsumen.

Berdasarkan gambar 4.2, dilakukan pemberian tanda warna merah kepada proses-proses yang kritis dan dianggap memiliki risiko yang dapat menyebabkan kerugian bagi pabrik gula. Proses-proses ini selanjutnya akan dilakukan proses identifikasi untuk mencari risiko yang dimiliki oleh proses tersebut.

#### 4.1.2 Pengelompokan Proses Ke dalam *Source, Make dan Delivery*

Pada sub bab ini akan dilakukan pengelompokan proses-proses yang ada ke dalam kelompok proses *Source, Make dan Delivery*. Berikut ini adalah pengelompokan yang dilakukan:

Tabel 4. 1 Pengelompokan Proses Ke dalam *Source, Make dan Delivery*

Kelompok Proses	Proses	Sub Proses	Keterangan
<i>Source</i>	Pengecekan Tebu	Pengadaan Tebu	Proses pengadaan tebu, truk tebu mengantri dan dilakukan pengecekan
		Pengecekan Kualitas Tebu	Tebu dipindahkan ke meja tebu dan dilakukan penilaian kualitas tebu
<i>Make</i>	Teknik	Penggilingan	Proses penggilingan untuk mengambil nira
		<i>Boiler</i>	Pembakaran ampas untuk menguapkan air
		PLTU	Menggerakkan turbin dengan uap air untuk menghasilkan listrik
	Pabrikasi	Pemurnian	Dilakukan pemisahan nira dan kotoran yang terkandung di dalamnya
		Penguapan	Membuat nira yang telah dimurnikan berada pada titik jenuh untuk mempermudah pembentukan kristal gula
		pemasakan	Proses pementukan kristal gula dengan proses pemasakan
		Pemutaran	Proses pemisahan kristal gula yang telah terbentuk berdasarkan ukuran kristal
	Kualitas gula	Rendemen	Proses perhitungan rendemen gula dari keseluruhan proses
		Efisiensi Proses	Efisiensi dari proses produksi gula
<i>Delivery</i>	Gudang	Penyimpanan	Proses penyimpanan gula yang telah diproduksi
		Penjualan	Proses pengambilan <i>Delivery Order</i> oleh pemenang lelang di pabrik gula

Berdasarkan tabel 4.1 dilakukan pengelompokan proses yang ada ke dalam 3 kelompok proses yaitu *Source*, *Make* dan *Delivery*. Proses yang termasuk ke dalam kelompok *source* adalah proses perencanaan produksi, proses pengadaan tebu yang berasal dari petani dan pengadaan komponen pendukung lain seperti *sparepart*. Proses yang termasuk ke dalam proses *make* adalah proses kelompok teknik yang terdiri dari penggilingan, *boiler* dan PLTU, Pabrikasi yang terdiri dari pemurnian, pemasakan, penguapan dan putara. Pembagian teknik dan pabrikasi berdasarkan pembagian yang dilakukan oleh pabrik gula dalam sistem hirarki organisasinya. Proses pengendalian kualitas gula yang dipengaruhi oleh efisiensi proses dan rendemen dari tebu. Kelompok proses ketiga adalah *delivery* yang terdiri dari proses penyimpanan gula di gudang dan proses pengambilan gula yang dilakukan oleh pemenang lelang yang dilakukan oleh pihak komisaris dan APTI. Selain itu juga terdapat proses pengambilan tebu natutarisasi yang dimiliki oleh petani.

#### 4.1.3 Identifikasi Risiko

Pada sub bab ini akan dijelaskan identifikasi risiko yang dilakukan berdasarkan identifikasi proses yang telah dilakukan. Pengelompokan risiko dilakukan berdasarkan pengelompokan proses ke dalam 3 kelompok proses. Berikut ini adalah risiko yang telah diidentifikasi oleh penulis berdasarkan wawancara dan pengamatan langsung.

Tabel 4. 2 Risiko yang Teridentifikasi

No	Kelompok Proses	Proses	Risiko
1	<i>Source, Make dan Delivery</i>	<i>Source, Make dan Delivery</i>	R1 Terjadi kerugian oleh pabrik gula disebabkan oleh proses <i>Source, Make</i> dan <i>Delivery</i>
2	<i>Source</i>	Proses <i>Source</i>	RS1 Proses <i>Source</i> mengalami gangguan dan menyebabkan kerugian kepada perusahaan
3	<i>Source</i>	Proses <i>Source</i>	RS2 Tebu yang dikirim petani berat bukan gula
4	<i>Source</i>	Proses <i>Source</i>	RS3 Kualitas gula yang dikirim petani jelek
5	<i>Source</i>	Proses Penimbangan	RS4 Tebu yang dikirim ke pabrik adalah tebu bekas tikus
6	<i>Source</i>	Proses Penimbangan	RS5 Tebu yang dikirim ke pabrik banyak tebu muda
7	<i>Source</i>	Proses Penimbangan	RS6 Tebu yang dikirim ke pabrik banyak pucuk dan bong
8	<i>Source</i>	Proses QC Tebu	RS7 Tebu yang dikirim ke pabrik banyak kotoran
9	<i>Source</i>	Proses QC Tebu	RS8 Tebu yang dikirim ke pabrik adalah tebu terbakar
10	<i>Source</i>	Proses QC Tebu	RS9 Terjadi kasus pemukulan penilai tebu oleh supir truk
11	<i>Make</i>	Proses <i>Make</i>	RM1 Proses <i>Make</i> mengalami gangguan dan menyebabkan kerugian kepada perusahaan
12	<i>Make</i>	Proses Produksi	RM2 Proses operasi produksi terganggu
13	<i>Make</i>	Kualitas gula	RM3 Kualitas gula yang dihasilkan tidak baik
14	<i>Make</i>	Efisiensi Pabrik	RM4 Efisiensi proses produksi dibawah 84%
15	<i>Make</i>	Rendemen Gula	RM5 Rendemen gula dibawah 7%
16	<i>Make</i>	Proses Teknik\	RM6 Proses yang termasuk dalam divisi teknik terganggu atau berhenti
17	<i>Make</i>	Proses Pabrikasi	RM7 Proses yang termasuk dalam divisi pabrikasi terganggu atau berhenti
18	<i>Make</i>	Proses Teknik	RM8 <i>Boiler</i> Berhenti Bekerja
19	<i>Make</i>	Proses Teknik	RM9 PLTU Berhenti bekerja
20	<i>Make</i>	Penggilingan	RM10 Kerusakan komponen giling
21	<i>Make</i>	<i>Boiler</i>	RM11 Carrier pembawa ampas putus
22	<i>Make</i>	<i>Boiler</i>	RM12 Pipa <i>boiler</i> pecah

No	Kelompok Proses	Proses	Risiko
23	<i>Make</i>	<i>Boiler</i>	RM13 Bahan Baku Habis
24	<i>Make</i>	PLTU	RM14 Trafo rusak atau mengalami masalah
25	<i>Make</i>	PLTU	RM15 Turbis rusak atau mengalami masalah
26	<i>Make</i>	PLTU	RM16 Terjadi konslet
27	<i>Make</i>	Proses Pabrikasi	RM17 Stasiun Pemurnian Berhenti
28	<i>Make</i>	Proses Pabrikasi	RM18 Stasiun Penguapan Berhenti
29	<i>Make</i>	Proses Pabrikasi	RM19 Stasiun Pemasakan Berhenti
30	<i>Make</i>	Putaran	RM20 Gula tercecer dalam proses pengepakan
31	<i>Make</i>	Pemurnian	RM21 Pengendapan nira kotor tidak lancar
32	<i>Make</i>	Pemurnian	RM22 Kerusakan pada 3 way
33	<i>Make</i>	Penguapan	RM23 Vakum dipenguapan bermasalah
34	<i>Make</i>	Pemasakan	RM24 Peti bahan (NKL) penuh
35	<i>Make</i>	Pemasakan	RM25 Jalur utama nira bocor
36	<i>Make</i>	Pemasakan	RM26 Katel bergula
37	<i>Delivery</i>	<i>Delivery</i>	RD1 Proses <i>Delivery</i> mengalami gangguan dan menyebabkan kerugian kepada perusahaan
38	<i>Delivery</i>	Gudang	RD2 Barang di gudang menumpuk
39	<i>Delivery</i>	Gudang	RD3 Terjadi Kerusakan barang di gudang
40	<i>Delivery</i>	Pengambilan Gula	RD4 Pengambilan DO yang berasal dari direksi terlambat
41	<i>Delivery</i>	Pengambilan Gula	RD5 Pengambilan DO yang berasal dari APTI terlambat
42	<i>Delivery</i>	Pengambilan Gula	RD6 Pengambilan naturalisasi oleh petani terhambat

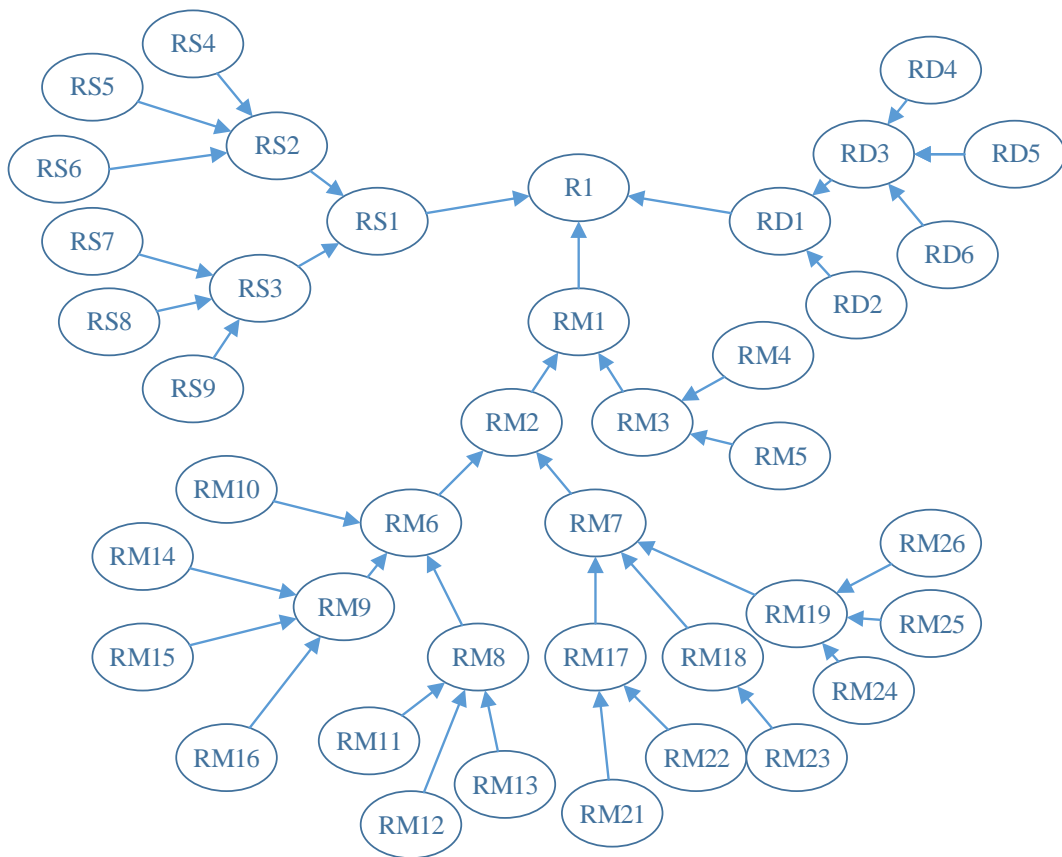
Berdasarkan tabel 4.2 telah dilakukan identifikasi risiko berdasarkan hasil wawancara dan pengamatan langsung dan didapatkan 42 risiko yang dibagi menjadi 3 kelompok risiko dan ditunjukkan dengan kode risiko di mana kode risiko RS merupakan risiko yang berada pada proses *Source*. Kode risiko RM merupakan risiko yang terdapat dalam proses *make*. Kode risiko RD merupakan risiko yang berada pada proses *delivery*.

## **4.2 Evaluasi Risiko Dengan *Bayesian Network***

Pada sub bab ini akan dilakukan evaluasi risiko dengan menggunakan *Bayesian network*. Dalam melakukan evaluasi dilakukan beberapa tahapan. Tahapan pertama adalah pembuatan *directed acyclic graph* (DAG) untuk risiko yang telah teridentifikasi. Selanjutnya dari DAG akan terlihat mana risiko yang merupakan prior dan posterior. Selanjutnya pencarian probabilitas kejadian prior dan pembuatan *conditional probability tabel* (CPT) untuk posterior. Selanjutnya dilakukan penilaian dengan menggunakan *software* hugin untuk melihat probabilitas masing-masing risiko.

### **4.2.1 Pembuatan Model Risiko *Bayesian Network***

Dalam membuat model *bayesian network* menggunakan *Directed Acyclic Graph* (DAG), Berikut ini adalah DAG yang dibuat berdasarkan hasil wawancara, pengamatan langsung dan risiko yang telah diidentifikasi sebelumnya:



Gambar 4. 3 Model Risiko *Bayesian Network* dengan *Directed Acyclic Graph* (DAG)

#### 4.2.2 Pengelompokan Risiko Prior dan Posterior

Berdasarkan model BN dengan DAG yang telah dibuat pada gambar 4.5 dapat dilakukan pengelompokan risiko mana saja yang termasuk ke dalam risiko prior dan risiko posterior. Berikut ini adalah pengelompokan yang dilakukan:

Tabel 4. 3 Risiko Prior dan Probabilitasnya

No	Kelompok Proses	Proses	Risiko	T	F
1	Source	Proses Penimbangan	RS4 Tebu yang dikirim ke pabrik adalah tebu bekas tikus	0,0100	0,9900
2	Source	Proses Penimbangan	RS5 Tebu yang dikirim ke pabrik banyak tebu muda	0,2143	0,7857
3	Source	Proses Penimbangan	RS6 Tebu yang dikirim ke pabrik banyak pucuk dan bong	0,0503	0,9497
4	Source	Proses QC Tebu	RS7 Tebu yang dikirim ke pabrik banyak kotoran	0,7664	0,2336
5	Source	Proses QC Tebu	RS8 Tebu yang dikirim ke pabrik adalah tebu terbakar	0,0055	0,9945
6	Source	Proses QC Tebu	RS9 Terjadi Kesalahan dalam penilaian kualitas	0,3333	0,6667
7	Make	Efisiensi Pabrik	RM4 Efisiensi proses produksi dibawah 84%	0,3143	0,6857
8	Make	Rendemen Gula	RM5 Rendemen gula dibawah 7%	0,3415	0,6585
9	Make	Penggilingan	RM10 Kerusakan komponen giling	0,3286	0,6714
10	Make	Boiler	RM11 Carrier pembawa ampas putus	0,0071	0,9929
11	Make	Boiler	RM12 Pipa boiler pecah	0,0143	0,9857
12	Make	Boiler	RM13 Bahan Baku Habis	0,0143	0,9857
13	Make	PLTU	RM14 Trafo rusak atau mengalami masalah	0,0071	0,9929
14	Make	PLTU	RM15 Turbis rusak atau mengalami masalah	0,0071	0,9929
15	Make	PLTU	RM16 Terjadi konslet	0,0071	0,9929
16	Make	Putaran	RM20 Gula tercecer dalam proses pengepakan	0,0200	0,9800
17	Make	Pemurnian	RM21 Pengendapan nira kotor tidak lancar	0,0071	0,9929
18	Make	Pemurnian	RM22 Kerusakan pada 3 way	0,0214	0,9786
19	Make	Penguapan	RM23 Vakum dipenguapan bermasalah	0,0143	0,9857
20	Make	Pemasakan	RM24 Peti bahan (NKL) penuh	0,0143	0,9857
21	Make	Pemasakan	RM25 Jalur utama nira bocor	0,0071	0,9929
22	Make	Pemasakan	RM26 Katel bergula	0,0214	0,9786
23	Delivery	Gudang	RD3 Terjadi Kerusakan barang di warehouse	0,0200	0,9800

No	Kelompok Proses	Proses	Risiko		T	F
24	<i>Delivery</i>	Pengambilan Gula	RD4	Pengambilan DO yang berasal dari direksi terlambat	0,2000	0,8000
25	<i>Delivery</i>	Pengambilan Gula	RD5	Pengambilan DO yang berasal dari APTI terlambat	0,2000	0,8000
26	<i>Delivery</i>	Pengambilan Gula	RD6	Pengambilan naturalisasi oleh petani terhambat	0,0800	0,9200



Berikut ini adalah kelompok risiko yang termasuk ke dalam posterior:

Tabel 4. 4 Risiko Posterior

No	Kelompok Proses	Proses	Risiko
1	<i>Source, Make dan Delivery</i>	<i>Source, Make dan Delivery</i>	R1 Terjadi kerugian oleh pabrik gula disebabkan oleh proses <i>Source, Make</i> dan <i>Deivery</i>
2	<i>Source</i>	Proses <i>Source</i>	RS1 Proses <i>Source</i> mengalami gangguan dan menyebabkan kerugian
3	<i>Source</i>	Proses <i>Source</i>	RS2 Tebu yang dikirim petani berat bukan gula
4	<i>Source</i>	Proses <i>Source</i>	RS3 Kualitas gula yang dikirim petani jelek
5	<i>Make</i>	Proses <i>Make</i>	RM1 Proses <i>Make</i> mengalami gangguan dan menyebabkan kerugian kepada perusahaan
6	<i>Make</i>	Proses Produksi	RM2 Proses operasi prouksi terganggu
7	<i>Make</i>	Kualtas gula	RM3 Kualitas gula yang dihasilkan tidak baik
8	<i>Make</i>	Proses Teknik	RM6 Proses yang termasuk dalam divisi teknik terganggu
9	<i>Make</i>	Proses Pabrikasi	RM7 Proses yang termasuk dalam divisi pabrikasi terganggu
10	<i>Make</i>	Proses Teknik	RM8 <i>Boiler</i> Berhenti Bekerja
11	<i>Make</i>	PLTU	RM9 PLTU Berhenti bekerja
12	<i>Make</i>	Proses Pabrikasi	RM17 Stasiun Pemurnian Berhenti
13	<i>Make</i>	Proses Pabrikasi	RM18 Stasiun Penguapan Berhenti
14	<i>Make</i>	Proses Pabrikasi	RM19 Stasiun PemasakanBerhenti
15	<i>Delivery</i>	<i>Delivery</i>	RD1 Proses <i>Delivery</i> mengalami gangguan dan menyebabkan kerugian
16	<i>Delivery</i>	Gudang	RD2 Barang di gudang menumpuk

#### 4.2.3 Pembuatan Conditional Probability Tabel (CPT) dan Perhitungan Probabilitas Posterior

Berikut ini adalah pembuatan *conditional probability tabel* (CPT) untuk masing-masing risiko posterior dan perhitungan probabilitas dari posterior berdasarkan CPT dan probabilitas prior yang berasal dari tabel 4.3. Perhitungan probabilitas dilakukan dengan mengkalikan nilai probabilitas prior sesuai dengan kondisi *true* dan *false* dari setiap kondisi yang mungkin. Nilai probabilitas berdasarkan nilai *true* dan *false* dari tabel 4.3 dan perhitungan probabilitas dengan mengkalikan masing-masing kondisi.

##### 4.2.2.1 Kelompok Proses Source

Berikut ini adalah CPT untuk risiko yang termasuk ke dalam kelompok proses *source*:

Tabel 4. 5 CPT dan Perhitungan Probabilitas Risiko RS2 Tebu yang dikirim petani berat bukan gula

RS4	RS5	RS6	T	F	P RS4	P RS5	P RS6	P RS 2
T	T	T	0,3	0,7	0,01	0,2142857	0,0503287	3,235E-05
T	T	F	0,27	0,73	0,01	0,2142857	0,9496713	0,0005495
T	F	T	0,06	0,94	0,01	0,7857143	0,0503287	2,373E-05
T	F	F	0,1	0,9	0,01	0,7857143	0,9496713	0,0007462
F	T	T	0,26	0,74	0,99	0,2142857	0,0503287	0,002776
F	T	F	0,21	0,79	0,99	0,2142857	0,9496713	0,0423079
F	F	T	0,05	0,95	0,99	0,7857143	0,0503287	0,0019574
F	F	F	0,05	0,95	0,99	0,7857143	0,9496713	0,0369354
TOTAL								0,0853284

Berdasarkan tabel 4.5 yaitu perhitungan probabilitas RS2 didapatkan nilai sebesar 0,0853284. Nilai ini didapatkan dari hasil perkalian Probabilitas RS 4 (P RS4), Probabilitas RS 5(P RS5), Probabilitas RS 6(P RS6) dan Probabilitas *True* dari RS2 sesuai dengan kondisi *true* dan *false* dari CTP. Selanjutnya dilakukan penjumlahan untuk keseluruhan hasil dan didapatkan nilai probabilitas terjadinya RS 2. Penjabaran perhitungan dilakukan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
P_{TTTT} &= P(RS4=T; RS5=T; RS6=T; RS2=T) \\
&= 0,01 \times 0,2142857 \times 0,0503287 \times 0,3 \\
&= 3,235E-05
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
P_{TTFT} &= P(RS4=T; RS5=T; RS6=F; RS2=T) \\
&= 0,01 \times 0,2142857 \times 0,9496713 \times 0,27 \\
&= 0,0005495
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
P_{TFTT} &= P(RS4=T; RS5=T; RS6=F; RS2=T) \\
&= 0,01 \times 0,7857143 \times 0,0503287 \times 0,06 \\
&= 2,373E-05
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
P_{TTFF} &= P(RS4=T; RS5=T; RS6=F; RS2=T) \\
&= 0,01 \times 0,7857143 \times 0,9496713 \times 0,1 \\
&= 0,0007462
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
P_{FTTT} &= P(RS4=T; RS5=T; RS6=F; RS2=T) \\
&= 0,99 \times 0,2142857 \times 0,9496713 \times 0,26 \\
&= 0,0423079
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
P_{FTFT} &= P(RS4=T; RS5=T; RS6=F; RS2=T) \\
&= 0,99 \times 0,2142857 \times 0,9496713 \times 0,21 \\
&= 0,0423079
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
P_{FFTT} &= P(RS4=T; RS5=T; RS6=F; RS2=T) \\
&= 0,99 \times 0,7857143 \times 0,0503287 \times 0,05 \\
&= 0,0019574
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
P_{FFFT} &= P(RS4=T; RS5=T; RS6=F; RS2=T) \\
&= 0,99 \times 0,7857143 \times 0,9496713 \times 0,05 \\
&= 0,0369354
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
P(RS 2) &= P_{TTTT} + P_{TTFT} + P_{TFTT} + P_{TTFF} + P_{FTTT} + P_{FTFT} + P_{FFTT} + P_{FFFT} \\
&= 3,235E-05 + 0,0005495 + 2,373E-05 + 0,0007462 + 0,002776 + \\
&\quad 0,0423079 + 0,0019574 + 0,0369354 \\
&= 0,0853284
\end{aligned}$$

Penjabaran diatas merupakan penjabaran perhitungan P (RS 2) yang telah dilakukan sebelumnya.

Tabel 4. 6 CPT dan Perhitungan Probabilitas Risiko RS3 Kualitas gula yang dikirim petani jelek

RS7	RS8	RS9	T	F	P RS 7	P RS8	P RS9	P RS 3
T	T	T	1	0	0,7664283	0,0055114	0,3333333	0,001408
T	T	F	0,76	0,24	0,7664283	0,0055114	0,6666667	0,0021402
T	F	T	0,9	0,1	0,7664283	0,9944886	0,3333333	0,2286613
T	F	F	0,7	0,3	0,7664283	0,9944886	0,6666667	0,3556953
F	T	T	0,33	0,67	0,2335717	0,0055114	0,3333333	0,0001416
F	T	F	0,005	0,995	0,2335717	0,0055114	0,6666667	4,291E-06
F	F	T	0,33	0,67	0,2335717	0,9944886	0,3333333	0,0255513
F	F	F	0	1	0,2335717	0,9944886	0,6666667	0
TOTAL								0,613602

Berdasarkan tabel 4.6 yaitu Perhitungan probabilitas RS3 didapatkan nilai sebesar 0,613602. Nilai ini didapatkan dari hasil perkalian Probabilitas RS 7 (P RS7), Probabilitas RS 8(P RS8), Probabilitas RS 9(P RS9) dan Probabilitas *True* dari RS3 sesuai dengan kondisi *true* dan *false* dari CTP. Selanjutnya dilakukan penjumlahan untuk keseluruhan hasil dan didapatkan nilai probabilitas terjadinya RS 3.

Tabel 4. 7 CPT dan Perhitungan Probabilitas Risiko RS1 Proses *Source* mengalami gangguan dan menyebabkan kerugian kepada perusahaan

RS2	RS3	T	F	P PS2	P RS 3	P RS1
T	T	0,68	0,32	0,0853284	0,613602	0,0356032
T	F	0,08	0,92	0,0853284	0,386398	0,0026377
F	T	0,61	0,39	0,9146716	0,613602	0,342359
F	F	0	1	0,9146716	0,386398	0
TOTAL						0,3805999

Berdasarkan tabel 4.7 yaitu perhitungan probabilitas RS3 didapatkan nilai sebesar 0,3805999. Nilai ini didapatkan dari hasil perkalian Probabilitas RS 2 (P RS2), Probabilitas RS 3(P RS3) dan Probabilitas *True* dari RS1 sesuai dengan kondisi *true* dan *false* dari CTP. Selanjutnya dilakukan penjumlahan untuk keseluruhan hasil dan didapatkan nilai probabilitas terjadinya RS 1.

#### 4.2.2.2 Kelompok Proses *Make*

Berikut ini adalah CPT dan perhitungan probabilitas risiko posterior untuk risiko yang termasuk ke dalam kelompok proses *make*

Tabel 4. 8 CPT dan Perhitungan Probabilitas Risiko RM8 *Boiler Berhenti Bekerja*

RM11	RM12	RM13	T	F	P RM11	P RM12	P RM13	P RM8
T	T	T	0	1	0,0071	0,0143	0,0143	0,0000
T	T	F	0	1	0,0071	0,0143	0,9857	0,0000
T	F	T	0	1	0,0071	0,9857	0,0143	0,0000
T	F	F	1	0	0,0071	0,9857	0,9857	0,0069
F	T	T	0	1	0,9929	0,0143	0,0143	0,0000
F	T	F	1	0	0,9929	0,0143	0,9857	0,0140
F	F	T	1	0	0,9929	0,9857	0,0143	0,0140
F	F	F	0	1	0,9929	0,9857	0,9857	0,0000
TOTAL								3,490E-02

Berdasarkan tabel 4.8 yaitu perhitungan probabilitas RM8 didapatkan nilai sebesar 3,490E-02. Nilai ini didapatkan dari hasil perkalian Probabilitas RM 11 (P RM11), Probabilitas RM12(P RS12), Probabilitas RM13(P RS13) dan Probabilitas *True* dari RM3 sesuai dengan susunan kemungkinan *True* dan *False* dari masing-masing risiko. Selanjutnya dilakukan penjumlahan untuk seluruh hasil dan didapatkan nilai probabilitas terjadinya RM 8.

Tabel 4. 9 CPT Dan Perhitungan Probabilitas Risiko RM9 PLTU Berhenti Bekerja

RM14	RM15	RM16	T	F	P RM14	P RM15	P RM16	P RM9
T	T	T	0	1	0,0071	0,0071	0,0071	0,0000
T	T	F	0	1	0,0071	0,0071	0,9929	0,0000
T	F	T	0	1	0,0071	0,9929	0,0071	0,0000
T	F	F	1	0	0,0071	0,9929	0,9929	0,0070
F	T	T	0	1	0,9929	0,0071	0,0071	0,0000
F	T	F	1	0	0,9929	0,0071	0,9929	0,0070
F	F	T	1	0	0,9929	0,9929	0,0071	0,0070
F	F	F	0	1	0,9929	0,9929	0,9929	0,0000
TOTAL								2,112E-02

Berdasarkan tabel 4.9 yaitu perhitungan probabilitas RM9 didapatkan nilai sebesar 2,112E-02. Nilai ini didapatkan dari hasil perkalian Probabilitas RM 14 (P RM14), Probabilitas RM15(P RS15), Probabilitas RM16(P RS16) dan Probabilitas *True* dari RM3 sesuai dengan kondisi *true* dan *false* dari CTP. Selanjutnya dilakukan penjumlahan untuk keseluruhan hasil dan didapatkan nilai probabilitas terjadinya RM 9.

Tabel 4. 10 CPT Dan Perhitungan Probabilitas Risiko RM6 Proses yang Termasuk Dalam Divisi Teknik Terganggu Menyebabkan Proses Produksi Berhenti

RM8	RM9	RM10	T	F	P RM8	P RM9	P RM10	P RM6
T	T	T	0	1	0,0349	0,0211	0,33	0,0000
T	T	F	0	1	0,0349	0,0211	0,67	0,0000
T	F	T	0	1	0,0349	0,9789	0,33	0,0000
T	F	F	1	0	0,0349	0,9789	0,67	0,0229
F	T	T	0	1	0,9651	0,0211	0,33	0,0000
F	T	F	1	0	0,9651	0,0211	0,67	0,0137
F	F	T	1	0	0,9651	0,9789	0,33	0,3104
F	F	F	0	1	0,9651	0,9789	0,67	0,0000
TOTAL								3,470E-01

Berdasarkan tabel 4.10 yaitu perhitungan probabilitas RM8 didapatkan nilai sebesar 3,470E-01. Nilai ini didapatkan dari hasil perkalian Probabilitas RM 8 (P RM8), Probabilitas RM9(P RS9), Probabilitas RM10(P RS10) dan Probabilitas *True* dari RM6 sesuai dengan susunan kemungkinan *True* dan *False* dari masing-masing risiko. Selanjutnya dilakukan penjumlahan untuk seluruh hasil dan didapatkan nilai probabilitas terjadinya RM 9.

Tabel 4. 11 CPT Dan Perhitungan Probabilitas Risiko RM17 Stasiun Pemurnian Berhenti

RM21	RM22	T	F	P R21	P RM22	P RM17
T	T	0	1	0,0071	0,0214	0,0000
T	F	1	0	0,0071	0,9786	0,0070
F	T	1	0	0,9929	0,0214	0,0213
F	F	0	1	0,9929	0,9786	0,0000
TOTAL						0,02827

Berdasarkan tabel 4.11 yaitu perhitungan probabilitas RM8 didapatkan nilai sebesar 0,02827. Nilai ini didapatkan dari hasil perkalian Probabilitas RM 8 (P RM8), Probabilitas RM9(P RS9), Probabilitas RM10(P RS10) dan Probabilitas *True* dari RM6 sesuai dengan susunan kemungkinan *True* dan *False* dari masing-masing risiko. Selanjutnya dilakukan penjumlahan untuk seluruh hasil dan didapatkan nilai probabilitas terjadinya RM 9.

Tabel 4. 12 CPT Dan Perhitungan Probabilitas Risiko RM18 Stasiun Penguapan Berhenti

RM23	T	F	P RM 23	P RM18
T	1	0	0,014286	0,014286
F	0	1	0,985714	0
TOTAL				0,014286

Berdasarkan tabel 4.12 yaitu perhitungan probabilitas RM18 didapatkan nilai sebesar 0,014286. Nilai ini didapatkan dari hasil perkalian Probabilitas RM 23 (P RM23) dan Probabilitas *True* dari RS6 sesuai dengan susunan kemungkinan *True* dan *False* dari masing-masing risiko. Selanjutnya dilakukan penjumlahan untuk seluruh hasil dan didapatkan nilai probabilitas terjadinya RM 8.

Tabel 4. 13 CPT Dan Perhitungan Probabilitas Risiko RM19 Stasiun Pemasakan Berhenti

RM24	RM25	RM26	T	F	P RM24	P RM25	P RM26	P RM19
T	T	T	0	1	0,0143	0,0071	0,0214	0,0000
T	T	F	0	1	0,0143	0,0071	0,9786	0,0000
T	F	T	0	1	0,0143	0,9929	0,0214	0,0000
T	F	F	1	0	0,0143	0,9929	0,9786	0,0139
F	T	T	0	1	0,9857	0,0071	0,0214	0,0000
F	T	F	1	0	0,9857	0,0071	0,9786	0,0069
F	F	T	1	0	0,9857	0,9929	0,0214	0,0210
F	F	F	0	1	0,9857	0,9929	0,9786	0,0000
TOTAL								4,174E-02

Berdasarkan tabel 4.13 yaitu perhitungan probabilitas RM13 didapatkan nilai sebesar 4,174E-02. Nilai ini didapatkan dari hasil perkalian Probabilitas RM 24(P RM24), Probabilitas RM25(P RS25), Probabilitas RM26(P RS26) dan Probabilitas *True* dari RM19 sesuai dengan susunan kemungkinan *True* dan *False*

dari masing-masing risiko. Selanjutnya dilakukan penjumlahan untuk seluruh hasil dan didapatkan nilai probabilitas terjadinya RM 9.

Tabel 4. 14 CPT Dan Perhitungan Probabilitas Risiko RM7 Proses yang termasuk dalam divisi pabrikasi terganggu menyebabkan proses produksi berhenti

RM17	RM18	RM19	RM20	T	F	P RM17	P RM18	P RM19	P RM20	P RM7
T	T	T	T	0	1	0,0283	0,0143	0,0417	0,0200	0,0000
T	T	T	F	0	1	0,0283	0,0143	0,0417	0,9800	0,0000
T	T	F	T	0	1	0,0283	0,0143	0,9583	0,0200	0,0000
T	T	F	F	0	1	0,0283	0,0143	0,9583	0,9800	0,0000
T	F	T	T	0	1	0,0283	0,9857	0,0417	0,0200	0,0000
T	F	T	F	0	1	0,0283	0,9857	0,0417	0,9800	0,0000
T	F	F	T	1	0	0,0283	0,9857	0,9583	0,0200	0,0005
T	F	F	F	1	0	0,0283	0,9857	0,9583	0,9800	0,0262
F	T	T	T	0	1	0,9717	0,0143	0,0417	0,0200	0,0000
F	T	T	F	0	1	0,9717	0,0143	0,0417	0,9800	0,0000
F	T	F	T	1	0	0,9717	0,0143	0,9583	0,0200	0,0003
F	T	F	F	1	0	0,9717	0,0143	0,9583	0,9800	0,0130
F	F	T	T	0	1	0,9717	0,9857	0,0417	0,0200	0,0000
F	F	T	F	1	0	0,9717	0,9857	0,0417	0,9800	0,0392
F	F	F	T	1	0	0,9717	0,9857	0,9583	0,0200	0,0184
F	F	F	F	0	1	0,9717	0,9857	0,9583	0,9800	0,0000
TOTAL										0,0975

Berdasarkan tabel 4.14 yaitu perhitungan probabilitas RM17 didapatkan nilai sebesar 0,0975. Nilai ini didapatkan dari hasil perkalian Probabilitas RM 17(P RM17), Probabilitas RM18(P RS18), Probabilitas RM19(P RS19), Probabilitas RM20(P RS20) dan Probabilitas *True* dari RSM9 sesuai dengan susunan kemungkinan *True* dan *False* dari masing-masing risiko. Selanjutnya dilakukan penjumlahan untuk seluruh hasil dan didapatkan nilai probabilitas terjadinya RM 7.



Tabel 4. 15 CPT dan Perhitungan Probabilitas Risiko RM2 Proses operasi produksi  
terganggu

RM6	RM7	T	F	P RM6	P RM7	P RM2
T	T	0	1	0,347033	0,09754077	0
T	F	1	0	0,347033	0,90245923	0,313182689
F	T	1	0	0,652967	0,09754077	0,063690951
F	F	0	1	0,652967	0,90245923	0
TOTAL						0,37687364

Berdasarkan tabel 4.15 yaitu perhitungan probabilitas RM2 didapatkan nilai sebesar 0,37687364. Nilai ini didapatkan dari hasil perkalian Probabilitas RM 6(P RM17), Probabilitas RM7(P RS7) dan Probabilitas *True* dari RM2 sesuai dengan susunan kemungkinan *True* dan *False* dari masing-masing risiko. Selanjutnya dilakukan penjumlahan untuk seluruh hasil dan didapatkan nilai probabilitas terjadinya RM 2.

Tabel 4. 16 CPT dan Perhitungan Probabilitas Risiko RM3 Kualitas gula yang dihasilkan  
tidak baik

RM4	RM5	T	F	P RM4	P RM 5	P RM3
T	T	0,3	0,7	0,314286	0,3541	0,032195122
T	F	0,4	0,6	0,314286	0,65853659	0,082787456
F	T	0,6	0,4	0,685714	0,3541	0,140487805
F	F	0	1	0,685714	0,65853659	0
TOTAL						0,255470383

Berdasarkan tabel 4.16 yaitu perhitungan probabilitas RM17 didapatkan nilai sebesar 0,255470383. Nilai ini didapatkan dari hasil perkalian Probabilitas RM 17(P RM17), Probabilitas RM18(P RS18), Probabilitas RM19(P RS19), Probabilitas RM20(P RS20) dan Probabilitas *True* dari RS19 sesuai dengan susunan kemungkinan *True* dan *False* dari masing-masing risiko. Selanjutnya dilakukan penjumlahan untuk seluruh hasil dan didapatkan nilai probabilitas terjadinya RM 7.

Tabel 4. 17 CPT dan Perhitungan Probabilitas Risiko RM1 Proses *Make* mengalami gangguan dan menyebabkan kerugian kepada perusahaan

RM2	RM3	T	F	P RM2	P RM3	P RM1
T	T	1	0,8	0,376874	0,25547038	0,096280053
T	F	1	0,001	0,376874	0,74452962	0,280593587
F	T	0,5	0,625	0,623126	0,25547038	0,079595165
F	F	0	1	0,623126	0,74452962	0
TOTAL						0,456468805

Berdasarkan tabel 4.17 yaitu perhitungan probabilitas RM1 didapatkan nilai sebesar 0,456468805 Nilai ini didapatkan dari hasil perkalian Probabilitas RM 2(P RM2), Probabilitas RM3(P RS3) dan Probabilitas *True* dari RM1 sesuai dengan susunan kemungkinan *True* dan *False* dari masing-masing risiko. Selanjutnya dilakukan penjumlahan untuk seluruh hasil dan didapatkan nilai probabilitas terjadinya RM 2.

#### 4.2.2.3 Kelompok Proses *Delivery*

Berikut ini adalah CPT dan perhitungan probabilitas risiko posterior untuk risiko yang termasuk ke dalam kelompok *delivey*

Tabel 4. 18 CPT dan Perhitungan Probabilitas Risiko RD2 Gula di Gudang Menumpuk

RD4	RD5	RD6	T	F	P RD4	P RD5	P RD 6	P RD2
T	T	T	0,48	0,52	0,2	0,2	0,08	0,001536
T	T	F	0,4	0,6	0,2	0,2	0,92	0,01472
T	F	T	0,28	0,72	0,2	0,8	0,08	0,003584
T	F	F	0,2	0,8	0,2	0,8	0,92	0,02944
F	T	T	0,28	0,72	0,8	0,2	0,08	0,003584
F	T	F	0,2	0,8	0,8	0,2	0,92	0,02944
F	F	T	0,08	0,92	0,8	0,8	0,08	0,004096
F	F	F	0	1	0,8	0,8	0,92	0
TOTAL								0,0864

Berdasarkan tabel 4.18 yaitu perhitungan probabilitas RD2 didapatkan nilai sebesar 0,0864. Nilai ini didapatkan dari hasil perkalian Probabilitas RD4 (P Rd4), Probabilitas RD5(P RD5), Probabilitas RD6(P RD6) dan Probabilitas *True* dari RD2 sesuai dengan susunan kemungkinan *True* dan *False* dari masing-masing risiko. Selanjutnya dilakukan penjumlahan untuk seluruh hasil dan didapatkan nilai probabilitas terjadinya RD2.

Tabel 4. 19 CPT dan Perhitungan Probabilitas Risiko RD1 Proses *Delivery* Mengalami Gangguan dan Menyebabkan Kerugian Kepada Perusahaan

RD2	RD3	T	F	P RD2	PRD3	P RD1
T	T	0,9	0,1	0,0864	0,02	0,0015552
T	F	0,125	0,875	0,0864	0,98	0,010584
F	T	0,02	0,98	0,9136	0,02	0,00036544
F	F	0	1	0,9136	0,98	0
TOTAL						c

Berdasarkan tabel 4.19 yaitu perhitungan probabilitas RD2 didapatkan nilai sebesar 0,01250464. Nilai ini didapatkan dari hasil perkalian Probabilitas RD2 (P RD2), Probabilitas RD3(P RD3) dan Probabilitas *True* dari RD1 sesuai dengan susunan kemungkinan *True* dan *False* dari masing-masing risiko. Selanjutnya

dilakukan penjumlahan untuk seluruh hasil dan didapatkan nilai probabilitas terjadinya RD1.

#### 4.2.2.4 Perhitungan R1

Berikut ini adalah CPT dan perhitungan probabilitas risiko posterior untuk risiko R1.

Tabel 4. 20 CPT dan Perhitungan Probabilitas Risiko R1 Terjadi kerugian oleh pabrik gula disebabkan oleh proses *Source*, *Make* dan *Deivery*

RS1	RM1	RD1	T	F	P RS1	P RM1	P RD1	P R1
T	T	T	0,9	0,1	0,3806	0,456469	0,012505	0,001955
T	T	F	0,7	0,3	0,3806	0,456469	0,987495	0,120092
T	F	T	0,4	0,6	0,3806	0,543531	0,012505	0,001035
T	F	F	0,3	0,7	0,3806	0,543531	0,987495	0,061284
F	T	T	0,7	0,3	0,6194	0,456469	0,012505	0,002475
F	T	F	0,6	0,4	0,6194	0,456469	0,987495	0,167521
F	F	T	0,1	0,9	0,6194	0,543531	0,012505	0,000421
F	F	F	0	1	0,6194	0,543531	0,987495	0
TOTAL								0,354783

Berdasarkan tabel 4.20 yaitu perhitungan probabilitas R1 didapatkan nilai sebesar 0,354783. Nilai ini didapatkan dari hasil perkalian Probabilitas RD2 (P RD2), Probabilitas RD3(P RD3) dan Probabilitas *True* dari RD1 sesuai dengan susunan kemungkinan *True* dan *False* dari masing-masing risiko. Selanjutnya dilakukan penjumlahan untuk seluruh hasil dan didapatkan nilai probabilitas terjadinya RD1.

#### 4.2.2.5 Rekap Evaluasi Probabilitas Risiko

Pada sub bab ini akan ditampilkan rekap seluruh risiko yang telah diidentifikasi dan probabilitas dari risiko yang telah dievaluasi.

Tabel 4. 21 Rekap Evaluasi Probabilitas Risiko

No	Kelompok Proses	Risiko		T	F
1	<i>Source, Make dan Delivery</i>	R1	Terjadi kerugian oleh pabrik gula disebabkan oleh proses <i>Source, Make</i> dan <i>Deivery</i>	0,3547	0,7453
2	<i>Source</i>	RS1	Proses <i>Source</i> mengalami gangguan dan menyebabkan kerugian kepada perusahaan	0,3806	0,6194
3	<i>Source</i>	RS2	Tebu yang dikirim petani berat bukan gula	0,0853	0,9147
4	<i>Source</i>	RS3	Kualitas gula yang dikirim petani jelek	0,6136	0,3864
5	<i>Source</i>	RS4	Tebu yang dikirim ke pabrik adalah tebu bekas tikus	0,0100	0,9900
6	<i>Source</i>	RS5	Tebu yang dikirim ke pabrik banyak tebu muda	0,2143	0,7857
7	<i>Source</i>	RS6	Tebu yang dikirim ke pabrik banyak pucuk dan bong	0,0503	0,9497
8	<i>Source</i>	RS7	Tebu yang dikirim ke pabrik banyak kotoran	0,7664	0,2336
9	<i>Source</i>	RS8	Tebu yang dikirim ke pabrik adalah tebu terbakar	0,0055	0,9945
10	<i>Source</i>	RS9	Terjadi Kesalahan dalam penilaian kualitas	0,3333	0,6667
11	<i>Make</i>	RM1	Proses <i>Make</i> mengalami gangguan dan menyebabkan kerugian kepada perusahaan	0,4565	0,5435
12	<i>Make</i>	RM2	Proses operasi produksi terganggu	0,3769	0,6231
13	<i>Make</i>	RM3	Kualitas gula yang dihasilkan tidak baik	0,2555	0,7445
14	<i>Make</i>	RM4	Efisiensi proses produksi dibawah 84%	0,3143	0,6857
15	<i>Make</i>	RM5	Rendemen gula dibawah 7%	0,3415	0,6585
16	<i>Make</i>	RM6	Proses yang termasuk dalam divisi teknik terganggu menyebabkan proses produksi berhenti	0,3470	0,6530
17	<i>Make</i>	RM7	Proses yang termasuk dalam divisi pabrikasi terganggu menyebabkan proses produksi berhenti	0,0975	0,9025
18	<i>Make</i>	RM8	<i>Boiler</i> Berhenti Bekerja	0,0349	0,9651
19	<i>Make</i>	RM9	PLTU Berhenti bekerja	0,0211	0,9789
20	<i>Make</i>	RM10	Kerusakan komponen giling	0,3286	0,6714
21	<i>Make</i>	RM11	Carrier pembawa ampas putus	0,0071	0,9929
22	<i>Make</i>	RM12	Pipa <i>boiler</i> pecah	0,0143	0,9857
23	<i>Make</i>	RM13	Bahan Baku Habis	0,0143	0,9857

No	Kelompok Proses	Risiko		T	F
24	Make	RM14	Trafo rusak atau mengalami masalah	0,0071	0,9929
25	Make	RM15	Turbis rusak atau mengalami masalah	0,0071	0,9929
26	Make	RM16	Terjadi konslet	0,0071	0,9929
27	Make	RM17	Stasiun Pemurnian Berhenti	0,0283	0,9717
28	Make	RM18	Stasiun Penguapan Berhenti	0,0143	0,9857
29	Make	RM19	Stasiun Pemasakan Berhenti	0,0417	0,9583
30	Make	RM20	Gula tercecer dalam proses pengepakan	0,0200	0,9800
31	Make	RM21	Pengendapan nira kotor tidak lancar	0,0071	0,9929
32	Make	RM22	Kerusakan pada 3 way	0,0214	0,9786
33	Make	RM23	Vakum dipenguapan bermasalah	0,0143	0,9857
34	Make	RM24	Peti bahan (NKL) penuh	0,0143	0,9857
35	Make	RM25	Jalur utama nira bocor	0,0071	0,9929
36	Make	RM26	Katel bergula	0,0214	0,9786
37	Delivery	RD1	Proses <i>Delivery</i> mengalami gangguan dan menyebabkan kerugian kepada perusahaan	0,0125	0,9875
38	Delivery	RD2	Barang di warehouse menumpuk	0,0864	0,9136
39	Delivery	RD3	Terjadi Kerusakan barang di warehouse	0,0200	0,9800
40	Delivery	RD4	Pengambilan DO yang berasal dari direksi terlambat	0,2000	0,8000
41	Delivery	RD5	Pengambilan DO yang berasal dari APTI terlambat	0,2000	0,8000
42	Delivery	RD6	Pengambilan naturalisasi oleh petani terhambat	0,0800	0,9200

#### 4.2.2.6 Perhitungan Dengan *Software* Hugin

Pada subbab ini akan ditampilkan hasil perhitungan evaluasi risiko dengan menggunakan *software* hugin. Dalam melakukan perhitungan dilakukan dengan membuat kembali model dalam *software* dan dilakukan pemberian nilai probabilitas prior dan CPT dari posterior sehingga didapatkan nilai probabilitas dari masing-masing risiko posterior. Berikut ini adalah hasil dari perhitungan:

Tabel 4. 22 Perbandingan Perhitungan Manual dan Hugin

No	Kelompok Proses	Risiko		Manual		Hugin	
				T	F	T	F
1	<i>Source, Make dan Delivery</i>	R1	Terjadi kerugian oleh pabrik gula disebabkan oleh proses <i>Source, Make</i> dan <i>Delivery</i>	0,431	0,569	0,433	0,567
2	<i>Source</i>	RS1	Proses <i>Source</i> mengalami gangguan dan menyebabkan kerugian kepada perusahaan	0,381	0,619	0,381	0,619
3	<i>Source</i>	RS2	Tebu yang dikirim petani berat bukan gula	0,085	0,915	0,085	0,915
4	<i>Source</i>	RS3	Kualitas gula yang dikirim petani jelek	0,614	0,386	0,296	0,704
5	<i>Make</i>	RM1	Proses <i>Make</i> mengalami gangguan dan menyebabkan kerugian kepada perusahaan	0,456	0,544	0,458	0,542
6	<i>Make</i>	RM2	Proses operasi produksi terganggu	0,377	0,623	0,135	0,866
7	<i>Make</i>	RM3	Kualitas gula yang dihasilkan tidak baik	0,255	0,745	0,260	0,740
8	<i>Make</i>	RM6	Proses yang termasuk dalam divisi teknik terganggu menyebabkan proses produksi berhenti	0,347	0,653	0,347	0,653
9	<i>Make</i>	RM7	Proses yang termasuk dalam divisi pabrikasi terganggu menyebabkan proses produksi berhenti	0,098	0,902	0,097	0,903
10	<i>Make</i>	RM8	<i>Boiler</i> Berhenti Bekerja	0,035	0,965	0,035	0,965
11	<i>Make</i>	RM9	PLTU Berhenti bekerja	0,021	0,979	0,021	0,979
12	<i>Make</i>	RM17	Stasiun Pemurnian Berhenti	0,028	0,972	0,028	0,972
13	<i>Make</i>	RM18	Stasiun Penguapan Berhenti	0,014	0,986	0,014	0,986
14	<i>Make</i>	RM19	Stasiun Pemasakan Berhenti	0,042	0,958	0,042	0,958
15	<i>Delivery</i>	RD1	Proses <i>Delivery</i> mengalami gangguan dan menyebabkan kerugian kepada perusahaan	0,013	0,987	0,013	0,988
16	<i>Delivery</i>	RD2	Barang di warehouse menumpuk	0,086	0,914	0,086	0,914



### 4.3 Pemetaan Risiko

Pada sub bab ini akan dilakukan pemetaan risiko untuk melihat risiko mana yang harus diprioritaskan untuk selanjutnya akan dilakukan pemberian rekomendasi mitigasi. Dalam pemetaan risiko, setiap risiko akan dinilai untuk setiap *likelihood* dan *consequences*. Skala *likelihood* akan menggunakan nilai probabilitas dari evaluasi risiko dengan menggunakan *Bayesian network*. Sedangkan untuk skala *consequences* menggunakan skala likert. dalam penilaian yang dilakukan dalam penelitian ini akan menggunakan 2 skala likert yaitu:

Tabel 4. 23 Skala Penilaian *Consequences* Proses Produksi

Nilai	Range Penilaian
1	proses tidak berhenti
2	berhenti < 1 jam
3	berhenti 1 -2 jam
4	berhenti 2 jam - 3 jam
5	berhenti > 3 jam

Pada tabel 4.23 merupakan skala *consequences* yang digunakan untuk menilai risiko yang termasuk ke dalam risiko proses produksi. Terdapat 5 skala yaitu skala 1 untuk risiko yang membuat proses produksi tidak berhenti, skala 2 untuk risiko yang membuat proses produksi berhenti < 1 jam, skala 3 untuk risiko yang membuat proses produksi berhenti 1 - 2 jam, skala 4 untuk risiko yang membuat proses produksi berhenti 2 jam -3 jam, skala 5 untuk risiko yang membuat proses produksi berhenti > 3 jam. 3 jam digunakan sebagai penelitian tertinggi dikarenakan proses berhenti. Selanjutnya adalah skala *consequences* untuk risiko yang terdapat pada proses produksi:

Tabel 4. 24 Skala Penilaian *Seveiry* Non Produksi

Nilai	Penilaian
1	tidak mengganggu pabrik gula
2	-
3	mengganggu perusahaan secara tidak langsung
4	-
5	mengganggu pabrik gula langsung

Pada tabel 4.24 merupakan skala yang digunakan untuk menilai risiko yang tidak termasuk ke dalam proses produksi dan dampak dari terjadinya risiko bukan proses produksi berhenti melainkan diagi menjadi 3 kondisi yaitu mengganggu pabrik gula secara langsung, mengganggu pabrik gula secara tidak langsung dan tidak mengganggu pabrik gula. Dengan nilai 5, 3 dan 1.

Tabel 4. 25 Hasil Pemetaan Risiko dengan Skala *Likelihood* dan *Consequences*

No	Kelompok Proses	Risiko	L	C	L*C
1	<i>Source</i>	RS7 Tebu yang dikirim ke pabrik banyak kotoran	0,766428	3	2,299285
2	<i>Make</i>	RM1 Proses <i>Make</i> mengalami gangguan dan menyebabkan kerugian kepada perusahaan	0,456469	5	2,282344
3	<i>Source</i>	RS1 Proses <i>source</i> mengalami gangguan dan menyebabkan kerugian kepada perusahaan	0,3806	5	1,903
4	<i>Make</i>	RM2 Proses operasi produksi terganggu	0,376874	5	1,884368
5	<i>Source</i>	RS3 Kualitas gula yang dikirim petani jelek	0,613602	3	1,840806
6	<i>Make</i>	RM5 Rendemen gula dibawah 7%	0,35	5	1,75
7	<i>Make</i>	RM6 Proses yang termasuk dalam divisi teknik terganggu menyebabkan proses produksi berhenti	0,347033	5	1,735163
8	<i>Source, Make dan Delivery</i>	R1 Terjadi kerugian oleh pabrik gula disebabkan oleh proses <i>Source, Make</i> dan <i>Deivery</i>	0,337748	5	1,68874
9	<i>Make</i>	RM4 Efisiensi proses produksi dibawah 84%	0,314286	5	1,571429
10	<i>Make</i>	RM3 Kualitas gula yang dihasilkan tidak baik	0,25547	5	1,277352
11	<i>Make</i>	RM10 Kerusakan komponen giling	0,328571	2	0,657143
12	<i>Source</i>	RS5 Tebu yang dikirim ke pabrik banyak tebu muda	0,214286	3	0,642857
13	<i>Delivery</i>	RD4 Pengambilan DO yang berasal dari direksi terlambat	0,2	3	0,6
14	<i>Delivery</i>	RD5 Pengambilan DO yang berasal dari APTI terlambat	0,2	3	0,6
15	<i>Make</i>	RM7 Proses yang termasuk dalam divisi pabrikasi terganggu menyebabkan proses produksi berhenti	0,097541	5	0,487704
16	<i>Delivery</i>	RD2 Barang di warehouse menumpuk	0,0864	5	0,432
17	<i>Source</i>	RS9 Terjadi Kesalahan dalam penilaian kualitas	0,333333	1	0,333333
18	<i>Source</i>	RS2 Tebu yang dikirim petani berat bukan gula	0,085328	3	0,255985
19	<i>Delivery</i>	RD6 Pengambilan naturalisasi oleh petani terhambat	0,08	3	0,24
20	<i>Make</i>	RM19 Stasiun Pemasakan Berhenti	0,041741	5	0,208706
21	<i>Make</i>	RM8 <i>Boiler</i> Berhenti Bekerja	0,034902	5	0,174512
22	<i>Source</i>	RS6 Tebu yang dikirim ke pabrik banyak pucuk dan bong	0,050329	3	0,150986

No	Kelompok Proses	Risiko		L	C	L*C
23	<i>Make</i>	RM17	Stasiun Pemurnian Berhenti	0,028265	5	0,141327
24	<i>Make</i>	RM22	Kerusakan pada 3 way	0,021429	5	0,107143
25	<i>Make</i>	RM26	Katel bergula	0,021429	5	0,107143
26	<i>Make</i>	RM9	PLTU Berhenti bekerja	0,021124	5	0,105618
27	<i>Make</i>	RM13	Bahan Baku Habis	0,014286	5	0,071429
28	<i>Make</i>	RM18	Stasiun Penguapan Berhenti	0,014286	5	0,071429
29	<i>Delivery</i>	RD1	Proses <i>Delivery</i> mengalami gangguan dan menyebabkan kerugian kepada perusahaan	0,012505	5	0,062523
30	<i>Delivery</i>	RD3	Terjadi Kerusakan barang di warehouse	0,02	3	0,06
31	<i>Make</i>	RM12	Pipa <i>boiler</i> pecah	0,014286	4	0,057143
32	<i>Make</i>	RM24	Peti bahan (NKL) penuh	0,014286	4	0,057143
33	<i>Make</i>	RM14	Trafo rusak atau mengalami masalah	0,007143	5	0,035714
34	<i>Make</i>	RM15	Turbis rusak atau mengalami masalah	0,007143	5	0,035714
35	<i>Make</i>	RM16	Terjadi konslet	0,007143	5	0,035714
36	<i>Source</i>	RS4	Tebu yang dikirim ke pabrik adalah tebu bekas tikus	0,01	3	0,03
37	<i>Make</i>	RM23	Vakum dipenguapan bermasalah	0,014286	2	0,028571
38	<i>Make</i>	RM11	Carrier pembawa ampas putus	0,007143	3	0,021429
39	<i>Make</i>	M21	Pengendapan nira kotor tidak lancar	0,007143	3	0,021429
40	<i>Make</i>	RM20	Gula tercecer dalam proses pengepakan	0,02	1	0,02
41	<i>Source</i>	RS8	Tebu yang dikirim ke pabrik adalah tebu terbakar	0,005511	3	0,016534
42	<i>Make</i>	RM25	Jalur utama nira bocor	0,007143	2	0,014286

#### **4.4 Mitigasi Risiko**

Pada sub bab ini akan dilakukan pemberian rekomendasi mitigasi risiko yang telah dievaluasi dan dipetakan sebelumnya. Risiko yang diberi rekomendasi merupakan risiko yang dianggap sebagai risiko kritis dari masing-masing kelompok proses yang dilihat dari hasil pementaan yaitu nilai perkalian antara *likelihood* dan *consequences*. Terlebih dahulu dilakukan analisis penyebab dari risiko tersebut dan diberikan rekomendasi mitigasi.

##### ***4.4.1 Penyebab Risiko***

Pada sub bab ini akan dilakukan penjabaran mengenai penyebab dari risiko yang telah dipilih. Hal ini dilakukan untuk memberikan gambaran yang lebih mengenai risiko yang dipilih untuk diberikan usulan mitigasi. Berikut ini adalah penjabaran penyebab risiko (Bernstein, 2005)

Tabel 4. 26 Penyebab Terjadinya Risiko

No	Kelompok Proses	Risiko	L*C	Penyebab
1	Source	RS7 Tebu yang dikirim ke pabrik banyak kotoran	2,299285021	kotoran yang terdapat pada tebu adalah daun kering, daun dan batang muda. Hal ni disebabkan oleh pemahaman tebang bersih yang diartikan petani sebagai seluruh komponen tebu dibawa menuju pabrik, sedangkan arti sebenarnya adalah tebu yang dibawa menuju pabrik bersih tanpa komponen pengotor.
2	Make	RM1 Proses <i>Make</i> mengalami gangguan dan menyebabkan kerugian kepada perusahaan	2,282344027	Risiko proses <i>make</i> terganggu disebabkan oleh beberapa faktor. Faktor yang paling mempengaruhi adalah proses produksi dan diikuti oleh kualitas gula
3	Source	RS1 Proses <i>Source</i> mengalami gangguan dan menyebabkan kerugian kepada perusahaan	1,90299959	Risiko <i>source</i> terganggunya proses <i>source</i> yang terdiri dari proses pengendalian kualitas tebu yang dikirim oleh petani dan proses penimbangan tebu
4	Make	RM2 Proses operasi produksi terganggu	1,884368202	Proses operasi dipengaruhi oleh proses yang divisi teknik dan pabrikasi, jika salah satu proses mengalami gangguan dapat menyebabkan seluruh proses berhenti
5	Source	RS3 Kualitas gula yang dikirim petani jelek	1,840806012	risiko kualitas tebu petani buruk dikarenakan tebu yang banyak kotoran, pemahaman tebang bersih yang salah dan anggapan petani jika semakin berat bawaan maka semakin banyak bagi hasil yang diterima
6	Make	RM5 Rendemen gula dibawah 7%	1,7500000	Rendahnya rendemen petani dikarenakan beberapa hal yaitu pemahaman tebang bersih yang salah, petani tidak menerapkan tebang tepat waktu, giling tepat waktu, faktor cuaca dan metode perawatan tanaman yang tidak tepat
7	Make	RM6 Proses yang termasuk dalam divisi teknik terganggu menyebabkan proses produksi berhenti	1,735162533	Risiko proses yang termasuk divisi teknik berhenti paling besar disebabkan oleh kerusakan komponen giling

Pada tabel 4.27 dijelaskan mengenai penyebab dari terjadinya risiko kritis yang telah dipilih sebelumnya.

#### 4.4.2 Usulan Mitigasi Risiko

Berdasarkan hasil perhitungan perkalian *likelihood* dan *consequences*. Didapatkan risiko mana saja yang memiliki nilai tertinggi dan dianggap kritis. Selanjutnya dilakukan pemberian usulan mitigasi kepada risiko yang dipilih. Berdasarkan tabel 4.27 terdapat 7 risiko yang dianggap kritis, tetapi dipilih risiko yang termasuk ke dalam risiko prior untuk diberikan usulan mitigasi yaitu RS7 Tebu yang dikirim ke pabrik banyak kotoran yang merupakan risiko dengan nilai tertinggi dan RM5 Rendemen gula dibawah 7%. Dengan nilai tertinggi ke 7. RM5 dipilih selain karena risiko prior kedua tertinggi tetapi juga risiko kritis bagi pabrik gula. Selain itu berdasarkan wawancara dengan pihak pabrik gula dan pihak ahli, RS7 merupakan salah satu penyebab dari penentu kualitas rendemen. Salah satu tindakan mitigasi yang diusulkan untuk RM5 juga mencakup usulan mitigasi RS7 sehingga dengan pemberian usulan mitigasi RM5 usulan mitigasi RS 7 juga telah diberikan. Berikut adalah usulan mitigasi yang diberikan:

1. Pabrik gula melakukan prinsip MBS (Manis, Bersih dan Segar) kepada petani dan proses produksinya.
  - a. Manis, tebang tepat waktu sesuai masa tebu yaitu masa awal, masa tengah dan masa akhir dan waktu optimal tebang tebu
  - b. Bersih, menghimbau petani untuk menebang bersih dalam artian hanya tebu yang bersih tanpa pengotor seperti daun kering, batang, bong dan tanah
  - c. Segar, perusahaan menerapkan sistem FIFO untuk tebu yang dikirim ke pabrik sehingga tebu yang pertama dikirim akan diproses terlebih dahulu sehingga kondisi tebu masih segar.

Dalam usulan mitigasi ini tidak diperlukan biaya dikarenakan tindakan yang diberikan adalah himbauan kepada petani melalui badan tenaman yang memiliki hubungan dan komunikasi dengan petani. Berdasarkan

pihak ahli mitigasi ini dapat menurunkan probabilitas kejadian rendemen kurang dari 7% sebesar 0,1

2. Pemberian subsidi kepada petani dalam bentuk barang yang terdiri dari pupuk, bibit dan biaya traktor kepada petani. Berdasarkan pihak ahli mitigasi ini dapat menurunkan probabilitas kejadian rendemen kurang dari 7% tergantung dariluasan yang tercover subsidi.

Dan jika menggunakan dua mitigasi sekaligus dapat menurunkan probabilitas kejadian rendemen kurang dari 7% sebesar penjumlahan dari pengurangan probabilitas mitigasi yang digunakan.

- a. Perhitungan jumlah tebu yang digiling dan luas lahan
  - i. Berdasarkan data 2017 terdapat 139.165 truk yang melakukan giling
  - ii. Jumlah muatan 1 truk adalah 1 rit atau 60 kw atau 6 ton
  - iii. Jumlah tebu yang digiling adalah:
  - iv.  $139.165 \times 60 \times 100 = 834.990.000 \text{ kg}$
  - v. 1 ha luas lahan menghasilkan rata-rata 800 kw tebu
  - vi. Jumlah lahan =  $139.165 \text{ truk} \times 60 \text{ kw} / 800 \text{ kw} = 10437,375 \text{ ha}$
- b. Perhitungan pendapatan dari Proses Giling Pabrik Gula
  - i. Rendemen 7%
  - ii. Berat tebu total per tahun 834.990.000 kg
  - iii. Harga rata-rata gula Rp10.500 per kilo
  - iv. Pembagian petani 30%
  - v. Pembagian pabrik gula 70%
  - vi. Jumlah gula yang diproduksi
$$834.990.000 \times 7\% \times 10.500 = 58.449.300 \text{ kg}$$
  - vii. Pembagian gula pabrik gula 30% = 17.534.790 kg
  - viii. Pembagian gula petani 70% = 40.914.510 kg
  - ix. Pendapatan pabrik gula
$$17.534.790 \text{ kg} \times \text{Rp}10.500 = \text{Rp } 184.115.295.000$$



c. Biaya mitigasi

a. Biaya mitigasi 1 MPS = 0

b. Jenis Subsidi:

i. Subsidi Kompos:

Kebutuhan 1 ha 3 ton, biaya 360 per kg

$$3000 \times 360 = \text{Rp } 1.080.000$$

ii. Subsidi Traktor

Rp 1.000.000 per ha

iii. Subsidi Bibit

1 ha membutuhkan 10 kw bibit di mana biaya 1 kw bibit

$$10 \times 40.000$$

$$= \text{Rp } 40.000 \text{ per kw}$$

iv. Total biaya ssubsidi per ha

$$\text{Rp } 1.080.000 + \text{Rp } 1.000.000 + \text{Rp } 400.000$$

$$= \text{Rp } 2.480.000 \text{ per Ha}$$

Berdasarkan data yang telah dijelaskan sebelumnya, dilakukan penentuan scenario dari keputusan yang dilakukan dalam penerapan mitigasi dan melihat dampak yang diberikan. Dibuat 8 buah scenario yang dilakukan dalam pemberian mitigasi yaitu:

Tabel 4. 27 Skenario Mitigasi

No	Mitigasi	Penjelasan
1	0	Tidak dilakukan tindakan mitigasi atau kondisi awal
2	M1	Dilakukan mitigasi 1
3	M2	Dilakukan mitigasi 2 dengan jumlah luas lahan subsidi 100%
4		Dilakukan mitigasi 2 dengan jumlah luas lahan subsidi 50%
5		Dilakukan mitigasi 2 dengan jumlah luas lahan subsidi 25%
6	M1+M2	Dilakukan mitigasi 1 dan 2 dengan jumlah luas lahan subsidi 100%
7		Dilakukan mitigasi 1 dan 2 dengan jumlah luas lahan subsidi 50%
8		Dilakukan mitigasi 1 dan 2 dengan jumlah luas lahan subsidi 25%

Dengan biaya mitigasi yaitu:

Tabel 4. 28 Biaya Subsidi Berdasarkan Luasan Tersubsidi

Presentase Luasan Tersubsidi	Biaya
100%	25.884.690.000
50%	12.942.345.000
25%	6.471.172.500

Pada tabel 4.28 adalah biaya yang harus dikeluarkan pabrik gula jika melakukan subsidi untuk masing-masing jumlah luasan yaitu 100%, 50% dan 25% dari seluruh luas lahan yang melakukan penggilingan di pabrik gula

Tabel 4. 29 Probabilitas Skenario Mitigasi

Skenario	Pengurangan Probabilitas	P Rendmene Kurang 7%	P Rendemen Lebih 7%
1	-	0,3415	0,6585
2	-0,100	0,2415	0,7585
3	-0,100	0,2415	0,7585
4	-0,05	0,2915	0,7085
5	-0,025	0,3165	0,6835
6	-0,200	0,1415	0,8585
7	-0,150	0,1915	0,8085
8	-0,125	0,2165	0,7835

Pada tabel 4.29 merupakan probabilitas dari kemungkinn rendemen kurang dari 7% dan lebih dr 7 persen di mana dalam emlakukan evaluasi digunakan probabilitas rendemen lebih dari 7%.

Tabel 4. 30 Perhitungan *Expected Monetary Value* (EMV) untuk Setiap Skenario

Mitigasi	Skenario	Probabilitas	Pendapatan	Biaya Mitigasi	EMV	Selisih
0	1	0,6585	184.115.295.000	0	121.246.657.683	
M1	2	0,7585	184.115.295.000	0	139.658.187.183	18.411.529.500
M2	3	0,7585	184.115.295.000	25.884.690.000	120.023.702.817	(1.222.954.866)
	4	0,7085	184.115.295.000	12.942.345.000	121.282.297.500	35.639.817
	5	0,6835	184.115.295.000	6.471.172.500	121.426.256.904	179.599.221
M1+M2	6	0,8585	184.115.295.000	25.884.690.000	135.846.763.317	14.600.105.634
	7	0,8085	184.115.295.000	12.942.345.000	138.399.592.500	17.152.934.817
	8	0,7835	184.115.295.000	6.471.172.500	139.190.669.154	17.944.011.471

## **BAB V**

### **ANALISIS DAN INTERPRETASI DATA**

Pada bab ini akan dilakukan analisis dan interpretasi data yang telah dikumpulkan dan diolah pada bab sebelumnya.

#### **5.1 Analisis Proses PG X**

Pada sub bab ini akan dilakukan analisis terhadap proses roperasi yang ada pada PG X. Berdasarkan gambar 4.1 proses operasi PG X dalam melakukan proses produksinya terbagi menjadi beberapa tahapan dan terdapat beberapa *stakeholder* yang berpartisipasi di dalamnya. Dalam melakukan analisis proses dilakukan pengelompokan proses ke dalam 3 kelompok yaitu kelompok proses *Source*, *Make* dan *Delivery*.

Kelompok proses *Source* adalah kumpulan proses mulai dari tebu ditebang oleh petani dan selanjutnya dibawa dengan menggunakan truk menuju pabrik gula. Sesampainya truk di lokasi pabrik gula, truk akan mengantri dan pabrik akan melakukan pengecekan kualitas tebu yang dibawa apakah akan diterima atau tidak, melakukan perhitungan bagi hasil antarpetani dan pabrik gula sesuai dengan kategori tebu yang dibawa oleh petani. pihak yang terlibat dalam proses ini adalah petani sebagai pemilik tebu dan truk serta pihak pabrik gula sebagai pihak yang menerima dan melakukan pengecekan.

Kelompok proses kedua adalah *make*. Proses yang termasuk ke dalam kelompok ini adalah proses yang dilakukan oleh pihak pabrik gula untuk menjalankan tugas utamanya yaitu mengambil gula semaksimal mungkin dari tebu, dan mengubahnya menjadi gula kristal serta meminimalkan gula yang hilang selama proses produksi. Proses ini terdiri dari kelompok proses teknik yaitu proses penggilingan, penguapan dan PLTU dan kelompok proses pabrikasi yang terdiri dari proses pemurnian, pemasakan, penguapan dan putaran. Setelah gula terbentuk selanjutnya gula akan disimpan ke dalam gudang untuk nantinya akan diambil oleh pihak pembeli. Pihak yang terlibat dalam proses ini adalah pabrik gula sendiri karena merupakan proses utama yang dilakukan oleh pabrik gula.

Kelompok proses ketiga adalah *delivery*. Proses yang termasuk dalam kelompok *delivery* adalah proses penyimpanan di gudang dan proses pengambilan gula oleh pembeli dan gula naturalisasi oleh petani.

Setelah dilakukan pengidentifikasian proses dan pengelompokan proses, selanjutnya dilakukan pemilihan proses yang dianggap kritis. Dalam melakukan penelitian ini ditetapkan batasan ruang lingkup di mana risiko yang diidentifikasi merupakan risiko dari sudut pandang pabrik gula sehingga pemilik risiko adalah pihak pabrik gula. Proses yang dianggap kritis dalam kelompok *source* adalah proses penimbangan tebu dan proses pengecekan kualitas tebu. Kedua proses ini dianggap kritis dikarenakan proses ini menentukan apakah tebu akan dilanjutkan menuju meja tebu atau tidak dan akan menentukan pembagian hasil jumlah gula yang dihasilkan. Jika terjadi kesalahan dapat menimbulkan kerugian bagi perusahaan.

Proses yang dianggap kritis dalam kelompok proses *make* dibagi menjadi 2 berdasarkan pembagian divisi dan pengambilan kebijakan oleh perusahaan yaitu divisi teknik dan pabrikasi. Dalam divisi teknik proses yang dianggap kritis adalah proses penggilingan, proses *boiler* dan proses PLTU. Sedangkan dalam kelompok proses pabrikasi, proses yang dianggap kritis adalah proses pemurnian, pemasakan, penguapan dan putara. Proses ini dianggap kritis dikarenakan jika salah satu proses berhenti maka seluruh proses harus berhenti karena proses produksi gula merupakan proses yang seri. Proses penggilingan, pemurnian, pemasakan, penguapan dan putaran merupakan proses seri sehingga jika salah satu proses di satusun tersebut berhenti maka seluruh proses harus berhenti. Proses *boiler* dan PLTU merupakan proses yang tidak bersinggungan langsung dengan aliran gula tetapi *boiler* yang berbahan bakar ampas tebu dan menghasilkan uap air yang digunakan untuk menghasilkan listrik di PLTU untuk selanjutnya disalurkan menuju seluruh stasiun produksi dianggap kritis karena merupakan sumber energi untuk melakukan proses produksi.

Dalam kelompok proses *delivery*, proses yang dianggap kritis adalah proses penyimpanan gula di gudang, pengambilan gula oleh pemenang lelang dan pengambilan gula naturalisasi oleh petani. Penyimpanan gula dianggap kritis karena gula dapat rusak dan menyebabkan kerugian karena harus dilakukan

produksi ulang dengan memasukkan gula yang rusak atau tercecer ke dalam proses produksi untuk selanjutnya diproses ulang. Proses pengambilan gula oleh pemenang lelang dan petani dianggap kritis dikarenakan gula yang menumpuk dapat menyebabkan terganggunya proses penyimpanan dan keterbatasan tempat penyimpanan.

## 5.2 Analisis Risiko Teridentifikasi

Berdasarkan analisis proses kritis yang dilakukan, selanjutnya akan dilakukan analisis risiko. Risiko yang diidentifikasi merupakan kejadian atau hal yang dianggap dapat merugikan bagi perusahaan. Berdasarkan identifikasi risiko yang telah dilakukan sebelumnya pada bab 4 telah teridentifikasi sebanyak 42 risiko. Risiko-risiko tersebut terdiri dari 9 risiko yang dikelompokkan risiko *source* dengan RS1 yaitu risiko *source* utama merupakan posterior dari RS2 dan RS3. Sedangkan RS2 sendiri merupakan posterior dari risiko RS4, RS5, dan RS 6. Sedangkan RS3 merupakan posterior dari risiko RS7, RS8 dan RS9. Sehingga dikelompok proses *source* terdapat 3 risiko posterior dan 6 risiko prior.

Pada kelompok proses *make* terdapat 26 risiko. RM1 yang merupakan risiko *make* utama merupakan posterior dari RM2 dan RM3. RM2 merupakan risiko keseluruhan proses berhenti dan merupakan posterior dari risiko RM6 risiko teknik dan RM7 yang merupakan risiko pabrikasi berhenti. RM6 sebagai risiko divisi teknik utama merupakan prior dari risiko prior RM10 risiko komponen giling, RM9 yang merupakan risiko *boiler* berhenti bekerja dan RM8 yang merupakan risiko PLTU berhenti. RM9 sebagai risiko utama *boiler* berhenti merupakan prior dari risiko RM14, RM15 dan RM16 yaitu risiko-risiko kejadian yang dapat menimbulkan *boiler* berhenti. Risiko PLTU berhenti RM8 merupakan posterior dari risiko RM11, RM12 dan RM13 yang merupakan risiko kejadian yang dapat menyebabkan PLTU berhenti. RM7 yaitu risiko divisi pabrikasi berhenti merupakan posterior dari RM17 risiko pemurnian berhenti merupakan posterior dari risiko RM21 dan RM22 yang merupakan kejadian risiko yang dapat menyebabkan stasiun pemurnian berhenti. Risiko RM18 berhentinya stasiun pemasakan merupakan posterior dari risiko RM23. Risiko RM19 stasiun pemasakan berhenti merupakan posterior dari risiko RM24, RM25 dan RM26 yang merupakan risiko kejadian yang dapat

menyebabkan stasiun pengupan. RM3 risiko kualitas gula merupakan posterior dari RM4 efisiensi pabrik buruk dan RM5 risiko rendemen tebu petani rendah.

Pada kelompok proses *delivery*, RD1 yang merupakan risiko utama dalam kelompok ini merupakan posterior dari RD3 dan RD2. RD3 yaitu risiko gula menumpuk di gudang merupakan posterior dari risiko RD4, RD5 dan RD6. Hubungan antara satu risiko dengan risiko lain terlihat dari hubungan yang ditampilkan dalam model *bayesian network* pada gambar 4.5. Risiko posterior dipengaruhi oleh risiko prior dan sebaliknya sehingga terlihat hubungan keterkaitan antar risiko.

Selanjutnya dilakukan pengelompokan mana risiko yang termasuk ke dalam risiko posterior dan risiko prior. Dilakukan pencarian nilai probabilitas terjadinya risiko prior dengan berdasarkan data pabrik gula dan pihak ahli dari pabrik gula. Dilakukan pencarian probabilitas kejadian posterior dari kejadian prior dan dampak dari masing-masing risiko jadi risiko itu terjadi. Dari data ini selanjutnya akan dilakukan evaluasi risiko dengan melakukan perhitungan untuk melihat probabilitas terjadinya risiko posterior.

### **5.3 Analisis Evaluasi Risiko**

Dalam sub bab ini akan dilakukan analisis terhadap proses evaluasi risiko yang telah dilakukan. Evaluasi dengan menggunakan *Directed Acyclic Graph* (DAG) pada gambar 4.5 dan *Conditional Probability Tabel* (CPT) untuk masing masing posterior. Selanjutnya dilakukan perhitungan probabilitas terjadinya risiko prior. Selain dilakukan perhitungan manual, dilakukan juga perhitungan dengan menggunakan *software* hugin dan didapatkan perbandingan hasil manual dan hugin pada tabel 4.22. berdasarkan perbandingan perhitungan manual dan hugin mendekati sama sehingga dapat dikatakan perhitungan yang telah dilakukan benar dan hasil dari perhitungan tersebut dapat digunakan untuk melakukan pemetaan risiko.

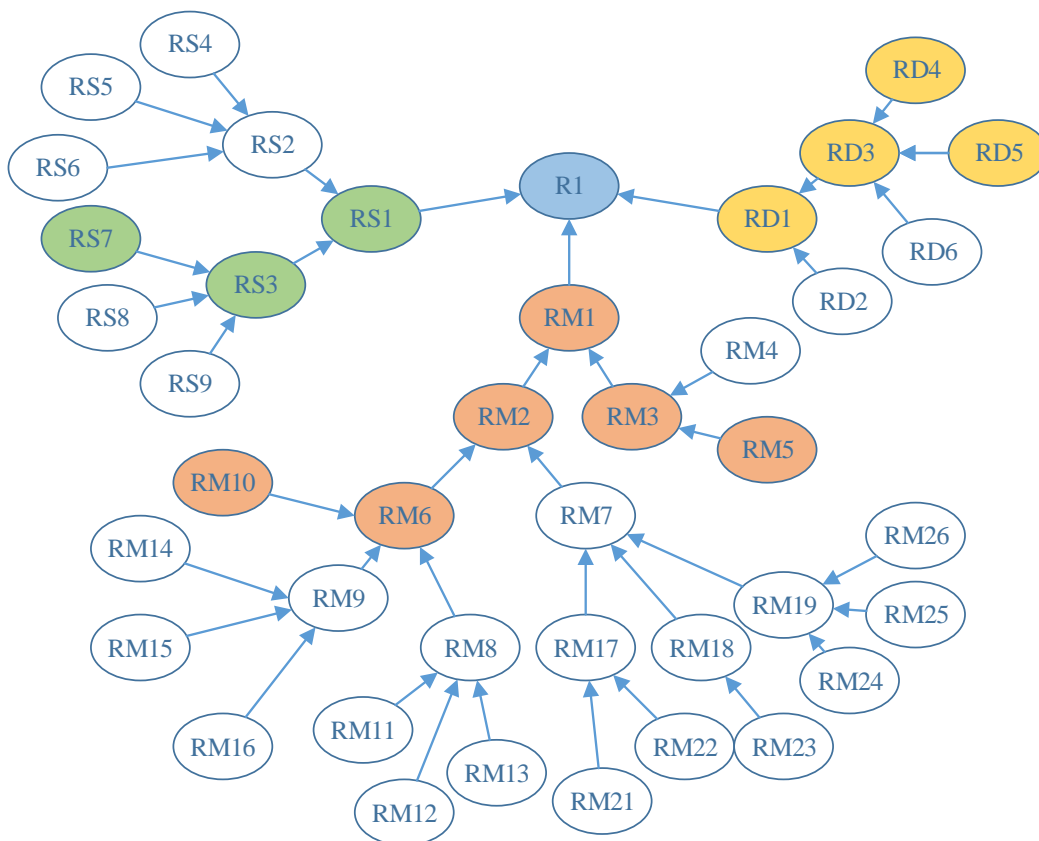
## 5.4 Analisis Pemetaan Risiko

Pada sub bab ini akan dilakukan pemetaan risiko yang telah dievaluasi dengan menggunakan pendekatan *Bayesian*. Dalam melakukan pemetaan masing-masing risiko akan dilakukan penilaian untuk masing-masing *likelihood* dan *consequences* dari risiko. Penilaian *likelihood* nilai dari probabilitas hasil evaluasi risiko yang telah dilakukan sedangkan penilaian *consequences* menggunakan 2 penilaian yaitu penilaian untuk risiko proses produksi dan untuk risiko yang tidak termasuk dalam proses produksi. Pemisahan ini dilakukan karena dalam proses produksi dampak dari terjadinya risiko dilihat dari lamanya proses produksi berhenti. *Range* penilaian antara 0 jam hingga lebih dari 3 jam dan dapat dilihat pada tabel 4.24. Sedangkan penilaian *consequences* kedua dengan menggunakan 3 penilaian yaitu tidak mempengaruhi perusahaan, berpengaruh secara tidak langsung dan mempengaruhi langsung perusahaan dan dapat dilihat pada tabel 4.25.

Berdasarkan hasil penilaian dan pemetaan dengan mengalikan nilai *likelihood* yaitu nilai probabilitas risiko hasil dari evaluasi dengan menggunakan *Bayesian* dengan nilai *consequences* berdasarkan hasil dari penilaian dengan menggunakan skala. Hasil dari penilaian dan perkalian dapat dilihat pada tabel 4.25. Berdasarkan tabel 4.24 risiko yang memiliki nilai RS7 Tebu yang dikirim ke pabrik banyak kotoran dengan nilai 2,299285. Risiko ini memiliki nilai yang tinggi dikarenakan memiliki nilai probabilitas yang besar yaitu 0,766428. Risiko terbesar kedua adalah RM1 Proses *Make* mengalami gangguan dan menyebabkan kerugian kepada perusahaan dengan nilai 2,282344. Risiko terbesar ketiga adalah RS1 Proses *source* mengalami gangguan dan menyebabkan kerugian kepada perusahaan dengan nilai 1,903. Risiko terbesar keempat adalah RM2 Proses operasi produksi terganggu dengan nilai 1,884368. Risiko terbesar ke lima adalah RS3 Kualitas gula yang dikirim petani jelek dengan nilai 1,840806. Risiko terbesar keenam adalah RM5 Rendemen gula dibawah 7% dengan nilai 1,75. dan risiko ketujuh adalah RM6 Proses yang termasuk dalam divisi teknik terganggu menyebabkan proses produksi berhenti dengan nilai 1,735163. Ketujuh risiko tersebut akan dianalisis penyebab terjadinya risiko dan dipilih risiko yang dianggap kritis dan diberikan usulan mitigasi.

### 5.5 Analisis Keterkaitan Antar Risiko Kritis

Pada sub bab ini akan dilakukan analisis keterkaitan antara risiko kritis dan dilakukana analisis penyebab risiko kritis tersebut. Berdasarkan pemetaan risiko yang dilakukans ebelumnya didapatkan risiko yang dianggap kritis dengan berdasarkan nilai perkalian *likelihood* dan *consequence*. Risiko terbsebut selanjutnya diberi tanda pada model risiko dan didapatkan:



Gambar 5. 1 Model Risiko Kritis

Berdasarkan hasil evaluasi dan pemetaan risiko didapatkan hasil bahwa R1 sebagai risiko utama dipengaruhi oleh 3 risiko yaitu RS1, RM2 dan RD. Nilai RM1



menjadi risiko dengan nilai pemetaan terbesar dengan nilai 2,282344 dibandingkan dengan RS1 dengan nilai 1,903 dan RD1 dengan nilai 5 dan probabilitas 0,0125. Menunjukkan bahwa RM1 merupakan risiko kritis yang paling mempengaruhi R1, diikuti oleh RS1 dan RD1.

Sebagai risiko utama yang mempengaruhi R1, RM1 paling dipengaruhi oleh RM2 dengan nilai 1,884368 dibandingkan dengan RM3 dengan nilai 1,2773. Menunjukkan bahwa RM2 merupakan risiko yang paling mempengaruhi RM1. RM2 sendiri dipengaruhi RM6 dan RM7 dengan RM6 merupakan risiko dengan nilai terbesar yaitu 1,7351. Sedangkan RM6 sendiri dipengaruhi oleh RM8, RM9 dan RM10 di mana RM10 memiliki nilai terbesar dengan nilai 0,657143 dan menjadikan RM10 sebagai risiko yang paling mempengaruhi RM2. RM10 Kerusakan komponen giling merupakan risiko yang paling berpengaruh di proses produksi dikarenakan proses giling merupakan proses yang vital dalam proses produksi. Kejadian proses produksi terganggu dan berhenti disebabkan oleh proses giling cukup banyak dibandingkan dengan risiko di stasiun lainnya. Selanjutnya untuk RM3 memiliki 2 risiko yang mempengaruhi RM4 dan RM5 di mana RM5 merupakan risiko yang memiliki nilai tertinggi yaitu 1,707317 menjadikan RM5 sebagai risiko yang paling mempengaruhi RM3. RM5 Rendemen gula dibawah 7% merupakan risiko yang berpengaruh karena mempengaruhi jumlah gula yang dihasilkan oleh perusahaan. RM5 dan RM7 merupakan risiko yang dipilih sebagai risiko kritis dan akan diberikan usulan mitigasi.

Pada kelompok proses *source* dan RS1 sebagai risiko yang mempengaruhi R1 setelah RM1 memiliki 2 risiko yang mempengaruhi yaitu RS2 dengan nilai 0,255985 dan RS3 dengan nilai 1,840406. RS3 merupakan risiko yang paling mempengaruhi RS1. RS3 sendiri memiliki 3 risiko yang mempengaruhinya dengan RS7 merupakan risiko yang memiliki nilai tertinggi dengan nilai 2,299285. Sehingga RM7 merupakan risiko yang paling berpengaruh pada RS1. RM7 sendiri merupakan risiko dengan nilai tertinggi dibandingkan risiko yang lain. RS7 Tebu yang dikirim ke pabrik banyak kotoran memiliki nilai tertinggi dikarenakan memiliki nilai probabilitas tertinggi dibandingkan risiko yang lain.

RD1 sebagai risiko paling berpengaruh ketiga setelah RM1 dan RS1 paling dipengaruhi oleh risiko RD3 dengan nilai 0,06. RD3 sendiri paling dipengaruhi oleh

RD4 dan RD5 dengan nilai 15 dan probabilitas 0,2 untuk masing-masing risiko. Sehingga RD1 paling dipengaruhi oleh RD3 dan RD3 paling dipengaruhi oleh RD4 dan RD4.

## 5.6 Analisis Penyebab Risiko

Pada sub bab ini akan dilakukan analisis mengenai akar penyebab mengapa risiko kritis tersebut dapat terjadi. Berdasarkan tabel 4.26 terdapat 7 risiko dengan nilai tertinggi dan dianggap sebagai risiko kritis. Berikut ini adalah penjabaran penyebab terjadinya risiko. RS7 Tebu yang dikirim ke pabrik banyak kotoran sebagai risiko dengan nilai tinggi disebabkan oleh pemahaman tebang bersih yang diartikan petani sebagai seluruh komponen tebu dibawa menuju pabrik, sedangkan arti sebenarnya adalah tebu yang dibawa menuju pabrik bersih tanpa komponen pengotor.

RM1 Proses *Make* mengalami gangguan dan menyebabkan kerugian kepada pabrik gula Risiko proses *make* terganggu disebabkan oleh beberapa faktor. Faktor yang paling mempengaruhi adalah proses produksi dan kualitas gula di mana proses produksi berhenti paling dipengaruhi oleh berhentinya proses produksi karena proses giling yang berhenti. Berhentinya proses produksi dapat disebabkan oleh lepasnya komponen mesin giling. Untuk faktor kualitas dipengaruhi oleh rendemen dari gula tebu yang dikirim oleh petani dan efisiensi proses produksi.

RS1 Proses *Source* mengalami gangguan dan menyebabkan kerugian kepada perusahaan disebabkan oleh proses pengendalian kualitas dan proses penimbangan. RS7 merupakan salah satu risiko yang paling berpengaruh pada RS1. RM2 Proses operasi produksi terganggu dipengaruhi oleh proses yang divisi teknik dan pabrikasi, jika salah satu proses mengalami gangguan dapat menyebabkan seluruh proses berhenti. Risiko yang paling mempengaruhi terganggunya proses produksi adalah proses penggilingan.

RS3 Kualitas gula yang dikirim petani jelek dikarenakan tebu yang banyak kotoran, pemahaman tebang bersih yang salah dan anggapan petani jika semakin berat bawaan maka semakin banyak bagi hasil yang diterima. RM6 Proses yang termasuk dalam divisi teknik terganggu menyebabkan proses produksi berhenti paling dipengaruhi oleh kerusakan komponen giling tetapi jika salah satu proses di

bagian teknik berhenti dapat menyebabkan seluruh proses produksi berhenti. RM5 Rendemen gula dibawah 7% dikarenakan beberapa hal yaitu pemahaman tebang bersih yang salah, petani tidak menerapkan tebang tepat waktu, giling tepat waktu, faktor cuaca dan metode perawatan tanaman yang tidak tepat.

Selain berdasarkan gambar 5.1 dan hasil perhitungan salah satu risiko yang paling berpengaruh adalah RM5 yaitu rendemen kurang dari 7%., salah satu faktor yang memepengaruhi rendemen adalah kualitas tebu yang dikirim oleh petani. Kendala yang terjadi adalah kualitas tebu petani tidak terlalu baik dengan tebu kotor menjadi jenis permasalahan yang paling banyak. Dengan banyaknya kotoran yang ikut ke dalam proses produksi terutama proses penggilingan dapat menyebabkan komponen giling mengalami kerusakan dan menyebabkan proses produksi terutama proses giling berhenti dikarenakan terdapat komponen yang hilang maupun rusak. Sehingga RM5 dan RS7 menjadi risiko yang dipilih untk diberikan usulan mitigasi.

### **5.5 Analisis Mitigasi Risiko**

Berdasarkan pengolahan data yangtelah dilakukan, dipilihlan risiko RS7 dan RM5 sebagai risiko kritis yang akan diberikan usulan tindakan mitigasi. Ada 2 usulan tindakan mitigasi yang diberikan yaitu:

1. Pabrik gula melakukan prinsip MPS (Manis, Bersih dan Segar) kepada petani dan proses produksinya.
  - a. Manis, tebang tepat waktu sesuai masa tebu yaitu masa awal, masa tengah dan masa akhir dan waktu optimal tebang tebu
  - b. Bersih, menghimbau petani untuk menebang bersih dalam artian hanya tebu yang bersih tanpa pengkotor seperti daun kering, batang, bong dan tanah
  - c. Segar, perusahaan menerapkan sistem FIFO untuk tebu yang dikirim ke pabrik sehingga tebu yang pertama dikirim akan diproses terlebih dahulu sehingg kondisi tebu masih segar.
2. Pemberian subsidi kepada petani dalam bentuk barang yang terdiri dari pupuk, bibit dan biaya traktor kepada petani.

Selanjutnya, setelah diberikan usulan mitigasi dilakukan perhitungan untuk melihat dampak dari pemberian mitigasi tersebut. Pemberian usulan mitigasi yang telah dilakukan bertujuan untuk mengurangi probabilitas dari terjadinya risiko tersebut. Berdasarkan diskusi dengan pihak ahli pemberian mitigasi 1 dapat menurunkan probabilitas terjadinya risiko sebesar 0,1 dan risiko dua sebesar 0,025. Sedangkan jika kedua mitigasi dilakukan bersamaan dapat mengurangi risiko berdasarkan luasan lahan yang diberikan subsidi. Berdasarkan informasi tersebut dilakukan evaluasi untuk melihat seberapa besar dampak dari pemberian mitigasi tersebut. Dibuat 8 buah skenario yang terdapat pada tabel 4.27. Dilakukan perhitungan probabilitas untuk masing-masing skenario berdasarkan mitigasi yang dilakukan untuk masing-masing skenario. Selanjutnya dilakukan perhitungan pendapatan yang didapatkan oleh pabrik gula berdasarkan mengalikan harga jual gula dengan gula pembagian hasil yang diproduksi. Selanjutnya dilakukan pencarian biaya pemberian mitigasi kedua. Biaya mitigasi terdiri dari biaya pupuk, bibit dan traktor untuk per hektarnya dan dilakukan perhitungan biaya subsidi untuk 3 skenario yaitu 100%, 50% dan 25% lahan.

Setelah didapatkan aspek biaya dan pendapatan dilakukan perhitungan *expected monetary value* yaitu nilai yang didapat dari tindakan yang dilakukan, dalam penelitian ini nilai EMV merupakan akibat dari tindakan mitigasi yang dilakukan. EMV didapatkan dengan mengalikan nilai probabilitas masing-masing skenario hasil pemberian mitigasi dengan hasil pendapatan dikurangi dengan biaya mitigasi yang diperlukandan didapatkan nilai EMV. Berdasarkan hasil dari nilai EMV masing-masing skenario pada tabel 4.30 dengan memberikan mitigasi dengan berdasarkan skenario yang telah dibuat skenario 2, 5, 6, 7 dan 8 memiliki nilai EMV lebih besar dibandingkn di mana terjadi kenaikan nilai EMV. Sedangkan skenario 3 dan 4 memberikan EMV lebih kecil dibandingkan kondisi jika tidak melakukan mitigasi.

Skenario mitigasi yang memiliki nilai terbesar adalah sekanrio 2 dengan melakukan mitigasi 1 dengan nilai EMV 139.658.187.183 dan selisih EMV terbesar yaitu 18.411.529.500. Hal ini dikarenakan mitigasi 1 tidak mengeluarkan biaya dikarenakan bentuk mitigas yang berupa ajakan kepada petani untuk meningkatkan kualitasn produk tebunya dengan berdasarkan MBS. Skenario dengan nilai EMP

dan selisih EMV terbesar kedua adalah skenario 8 dengan menerapkan mitigasi 1 dan mitigasi 2 dengan luasan lahan 25% dari total lahan yang melakukan pengiriman ke pabrik. Nilai EMV skenario 8 adalah 139.190.669.154 dan selisih EMV dengan kondisi awal adalah 17.944.011.471. Skenario 8 walaupun memiliki penurunan probabilitas yang dibandingkan dengan skenario 6 dan 7 tidak terlalu besar tetapi memiliki biaya mitigasi yang rendah sehingga skenario ini memiliki nilai EMV yang cukup baik. Selain itu berdasarkan pihak ahli, mitigasi 1 lebih didutamakan dikarenakan selain tidak mengeluarkan biaya mitigasi 1 dianggap cukup baik dalam meningkatkan rendemen tebu. Mitigasi 2 memberikan biaya yang cukup besar terutama jika luas lahan yang diberikan subsidi cukup besar tetapi hasil yang didapatkan yaitu menurunnya probabilitas rendemen buruk tidak terlalu besar. Salah satu faktor yang menjadikan mitigasi 2 tidak terlalu efektif dikarenakan petani yang mendapatkan subsidi masih memiliki kebebasan untuk mengirim tebu yang dimilikinya ke pabrik gula lain yang dianggap memberikan rendemen petani yang lebih baik sehingga belum tentu tebu hasil subsidi akan dikirim menuju pabrik PG X.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

## **BAB VI**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

Pada bab ini akan dilakukan pemberian kesimpulan untuk menjawab tujuan dan pemberian saran kepada pabrik gula untuk ke depannya.

#### **6.1 Kesimpulan**

Pada sub bab ini akan dilakukan pemberian kesimpulan untuk menjawab tujuan dari penelitian ini, yaitu:

1. Identifikasi yang telah dilakukan dimulai dari identifikasi proses operasi, pengelompokan proses yang ada ke dalam 3 kelompok proses yaitu *source*, *make* dan *delivery*, penentuan proses yang dianggap kritis dan pengidentifikasian risiko di proses yang dianggap kritis telah teridentifikasi 42 risiko yang terdiri dari 10 risiko kelompok proses *source* yang terdiri dari 6 risiko prior dan 4 risiko posterior, 26 risiko yang termasuk ke dalam kelompok proses *make* yang terdiri dari 16 risiko prior dan 10 risiko posterior dan 6 risiko yang termasuk ke dalam kelompok risiko *delivery* yang terdiri dari 4 risiko prior dan 2 risiko posterior.
2. Penilaian risiko dengan menggunakan pendekatan *Bayesian Network* telah dilakukan dengan membuat model risiko *Bayesian Network* dengan *Directed Acyclic Graph* (DAG). Dilakukan perhitungan dengan menggunakan probabilitas risiko prior dan *Conditional Probability Tabel* (CPT) dan didapatkan nilai probabilitas risiko untuk risiko prior. Pemetaan dilakukan dengan mengalikan nilai probabilitas sebagai nilai *likelihood* dan nilai *consequences*. Hasil dari perkalian digunakan untuk menentukan risiko kritis dan didapatkan risiko RS7 Tebu kotor sebagai risiko kritis yang paling berdampak pada pabrik gula. Selain itu RM5 rendmen kurang dari 7% dianggap kritis dikarenakan risiko prior kedua setelah RS7.
3. Berdasarkan hasil evaluasi dan pemetaan didapatkan bahwa RS7 dan RM5 sebagai risiko prior yang dianggap kritis, sehingga dilakukan pemberian usulan tindakan mitigasi untuk mengurangi probabilitas dari risiko. 2 usulan mitigasi yang diberikan adalah memberikan dan menerapkan prinsip Manis,

Bersih dan Segar (MBS) dan pemberian subsidi kepada petani. Bersih merupakan usulan mitigasi untuk RS7 dan Manis, Segar dan pemberina subsidi emrupakan usulan mitigasi untuk rendemen. Selain itu dilakukan evaluasi dampak mitigasi dengan membuat skenario pengaplikasian mitigasi di mana terdapat 8 skenario dan dilakukan perhitungan *Expected Monetary Value* (EMV) untuk masing-masing skenario dengan mengalikan jumlah pendapatan perusahaan dan biaya mitigasi dengan probabilitas risiko jika dilakukan tindakan mitigasi. Didapatkan bawa skenario 2 yaitu penerapan mitigasi 1 memiliki nilai EMP terbesar. Dan skenario 8 dengan penerapan mitigasi 1 dan mitigasi 2 dengan luas lahan 25% dari total keseluruhan lahan petani tebu diberikan subsidi memiliki EMV terbesar kedua.

## 6.2 Saran

Pada sub bab ini akan diberikan saran untuk pabrik gula dan penelitian ke depannya.

1. Dalam melakukan identifikasi dilakukan secara menyeluruh sehingga risiko yang teridentifikasi merupakan risiko yang mempengaruhi perusahaan.
2. Dalam melakukan evaluasi riisko dengan menggunakan *Bayesian Network* ketersediaan data historis menjadi penting sehingga pencarian data harus dilakuakn secara detai terutama untuk pembuatan perhitungan dengan CPT.
3. Pabrik gula X dapat menerapkan manajemen risiko secara menyeluruh untuk mengarut risiko yang dimilikinya berdasarkan hasil penelitian ini sebagai ssalah satu refrensi.



## DAFTAR PUSTAKA

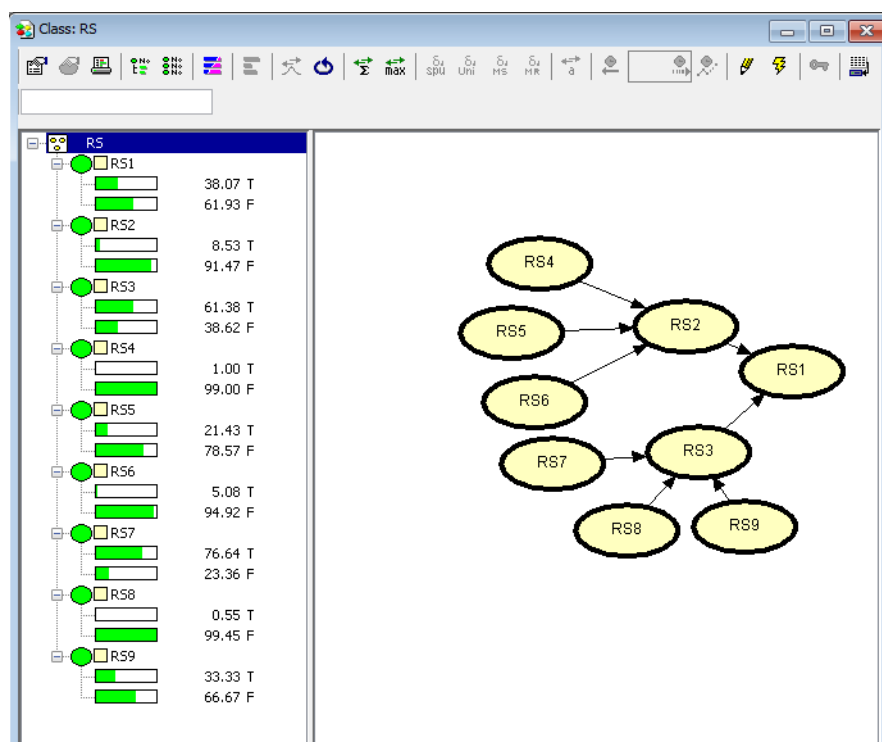
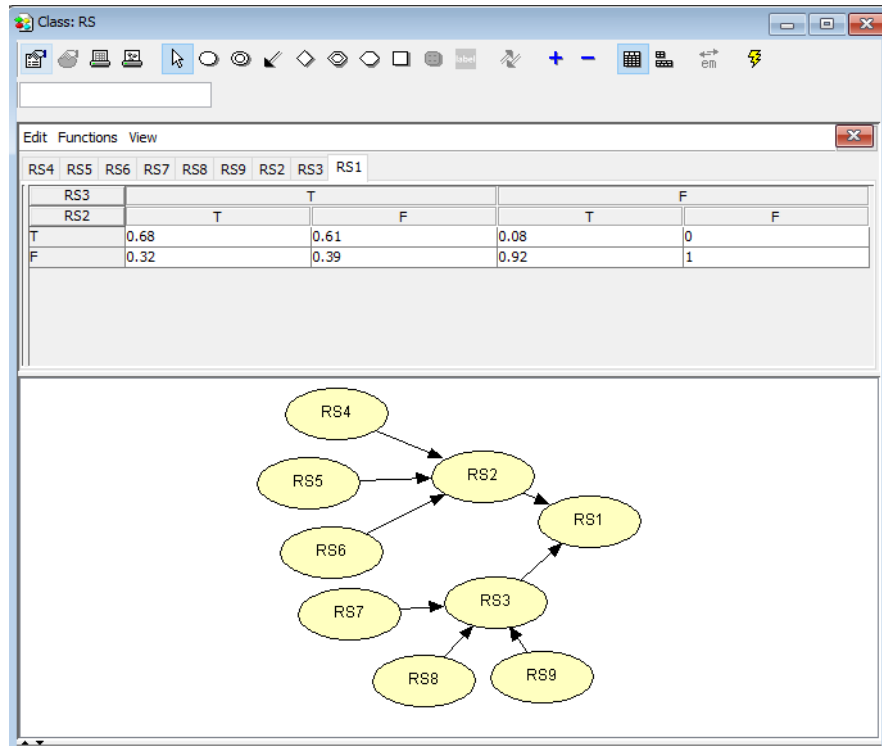
- ISO 31000:2009. (2009). *Risk Management Principles and Guidelines*. Vernier, Geneva: ISO Central Secretariat.
- Anityasari, M., & Wessiani, N. A. (2011). *Analisa Kelayakan Usaha*. Surabaya: Guna Widya.
- Australian/New Zealand Standard. (2009). *Risk management—Principles and*. Sydney: Standards Australia and New Zealand.
- Badan Pusat Statistik Indonesia. (2015). *Statistik Tebu Indonesia 2015*. Jakarta: Badan Pusat Statistik Indonesia.
- Badan Pusat Statistik Indonesia. (2016). *Statistik Tebu Indonesia 2016*. Jakarta: Badan Pusat Statistik Indonesia.
- Bernstein, I. H. (2005). *Likert Scale Analysis*. Arlington, Texas, USA: Elsevier.inc.
- Gunita, D. (2015). Implementasi Manajemen Risiko pada Proyek Pengembangan "X" Tahap EPC PT Pertamina EP Dengan Pendekatan Baysian Network.
- Hanggraeni, D. (2010). *Pengelolaan Risiko Usaha*. Jakarta: Lembaga Penerbit.
- Jager, W. (2017). *A Bayesian network approach for coastal risk analysis and decision making*. *Coastal Engineering*, 1-14.
- Jyoti, B. (2015). *Risk analysis of deepwater drilling operations using Bayesian network*. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 11-23.
- Kazmier, L. J., & Pohl, N. F. (1987). *Basic Statistics For Business And Economic*. Singapore: McGraw-Hill Co.
- Profita, A. (2014). Penentuan Strategi Mitigasi pada Risiko Rantai Pasok dengan Mengintegrasikan FMECA dan Simulasi Sistem Dinamik.
- Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian Sekretariat Jendral Kementerian Pertanian. (2014). *Outlook Komoditi Tebu*. Jakarta: Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian Sekretariat Jendral Kementerian Pertanian.
- Sebayang, A. H. (2016). Pengelolaan Risiko pada Proses Pelayanan Kapal PT Pelabuhan Indonesia III Cabang Tanjung Priuk.
- Subiyanto. (2016). Analisa Keragaman Parameter Penentu Rendemen Gula Kristal Putih pada Pabrik Gula BUMN.

- Tang, C. (2016). Risk analysis of emergent water pollution accidents based on. *Journal of Environmental Management*, 199-205.
- Utami, N. F. (2013). Pendekatan Supply Chain Risk Management pada Aktivitas Supply Chain PG. Pesantren Baru.
- Utami, R. N. (2014). Penyusunan Peta Risiko dalam Upaya Pengembangan Mitigasi Risiko Pada Grapari PT Telkomsel, Tbk.
- Zhang, L., Wu, X., Skibniewski, M. J., & Zhong, J. (2014). *Bayesian-network-based safety risk analysis in construction projects. Reliability Engineering and System Safety* 131 , 29–39.

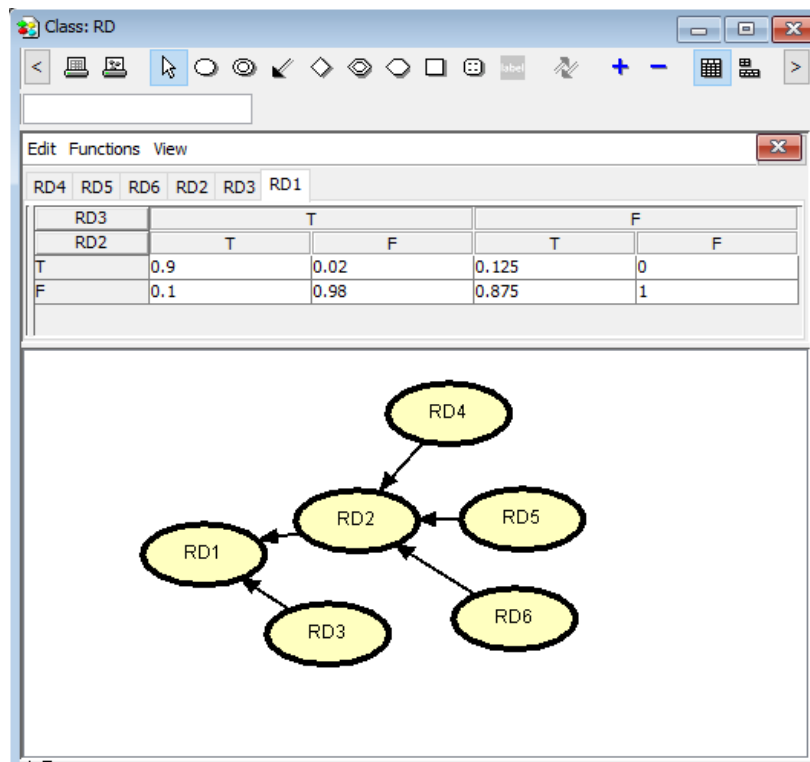
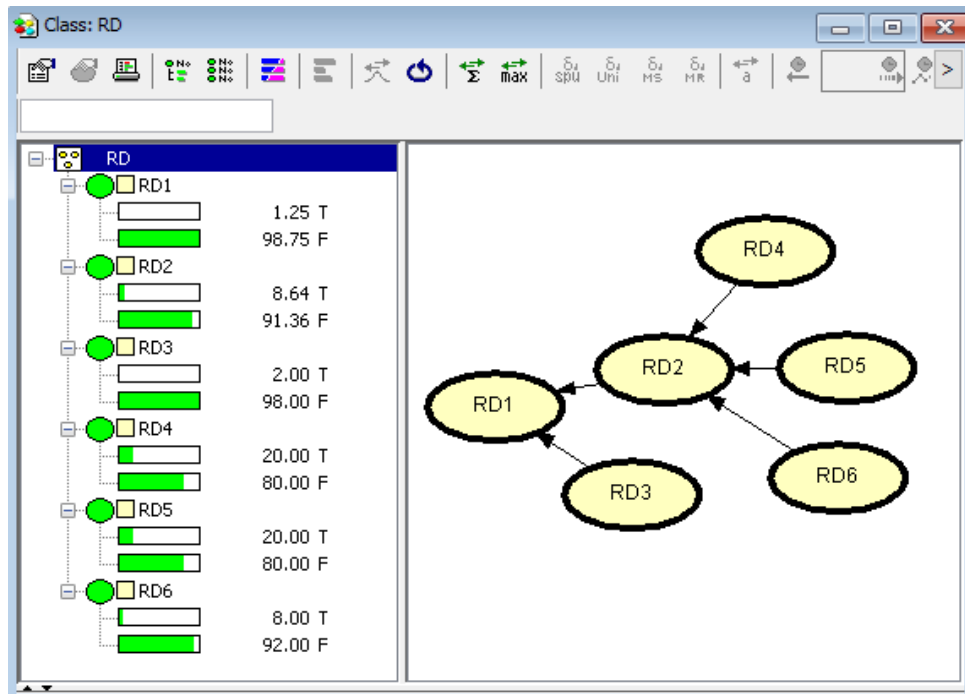
## LAMPIRAN

### Software Hugin

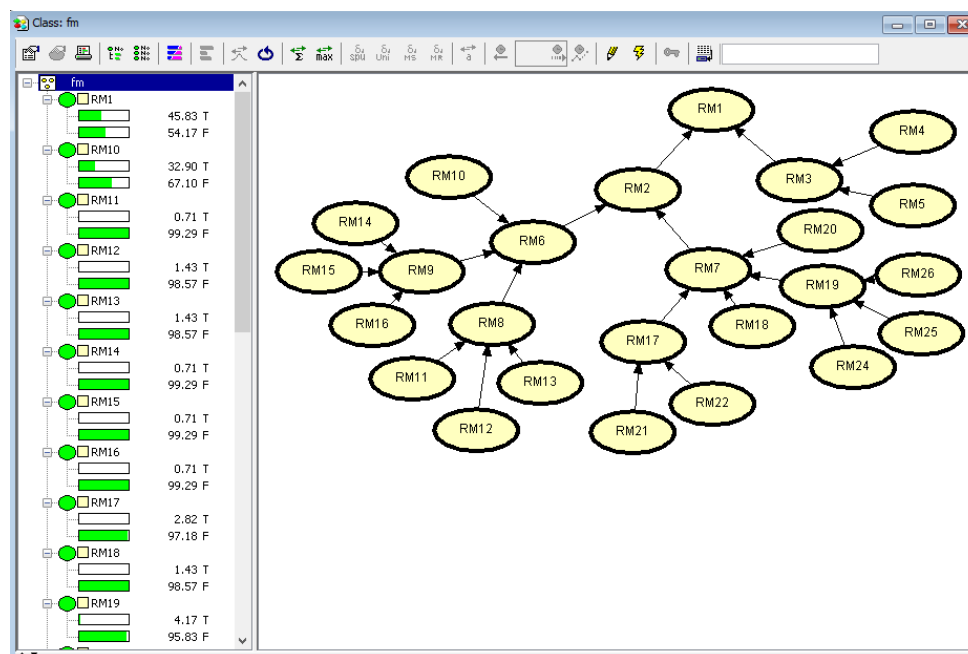
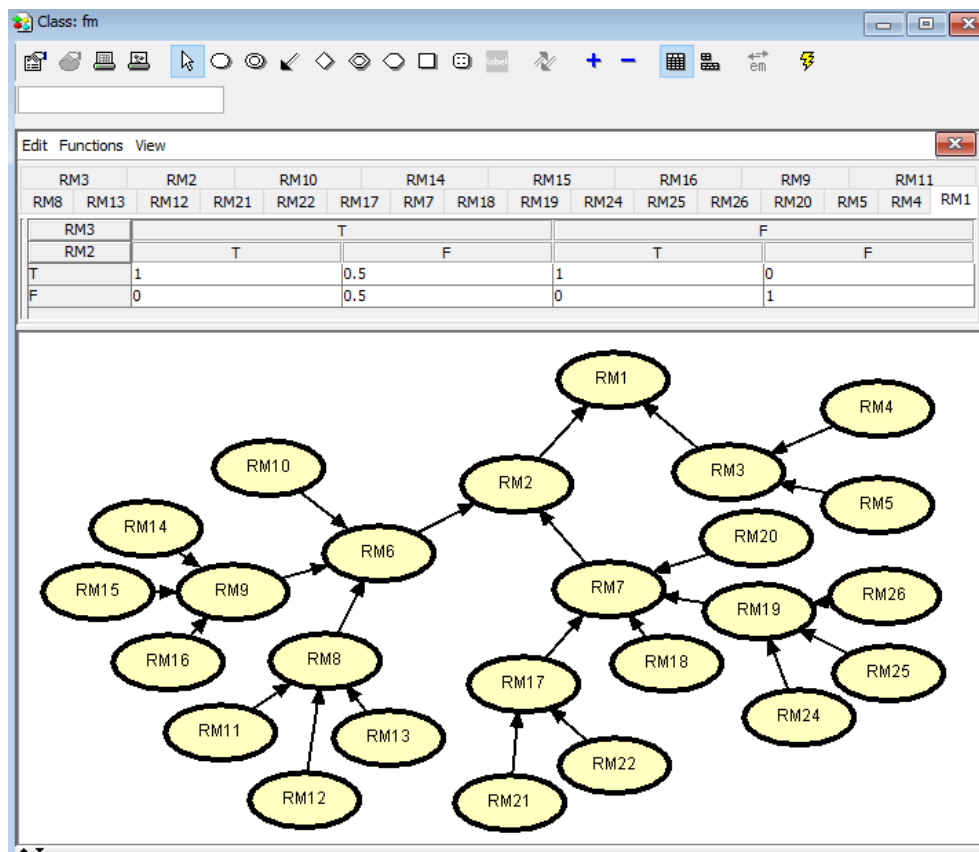
- Perhitungan Source

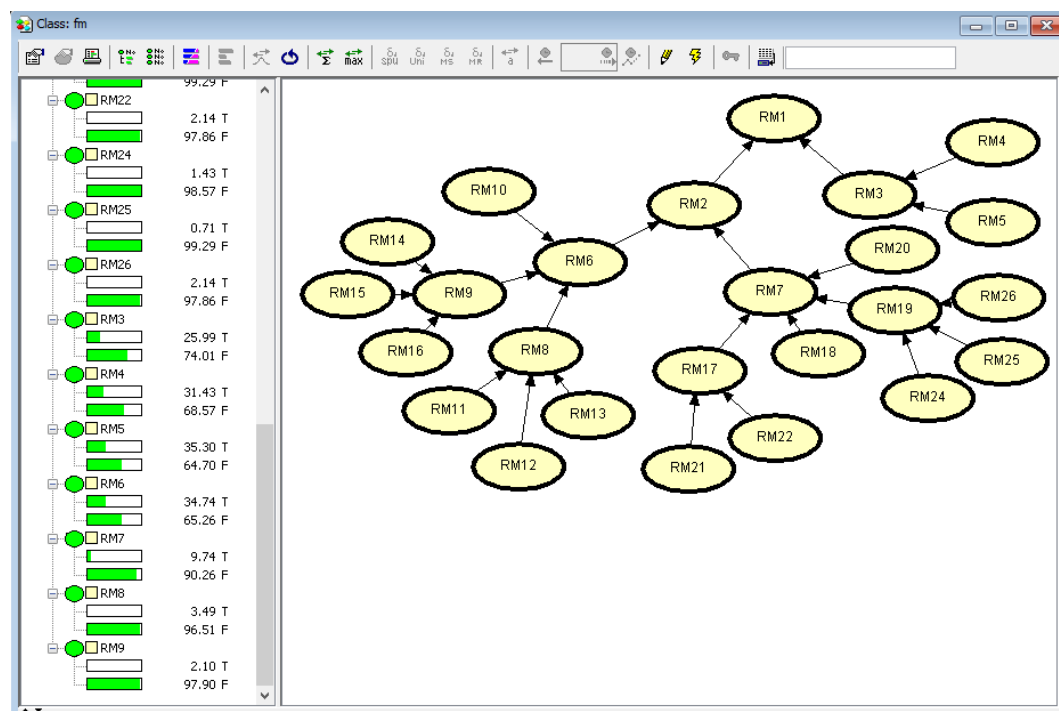
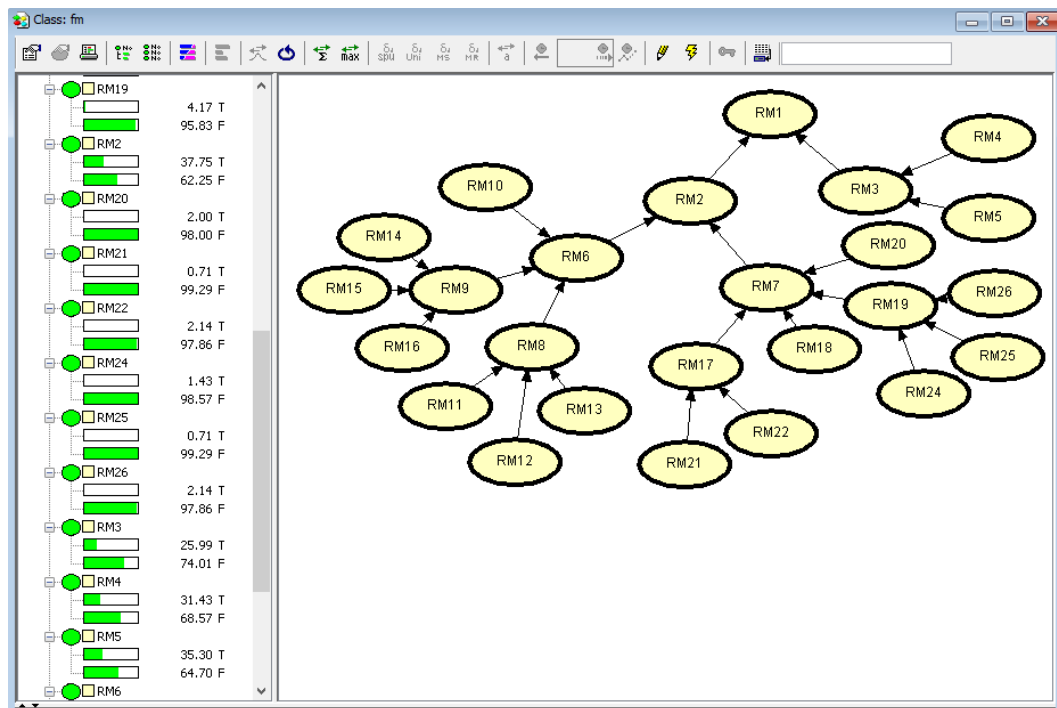


- Perhitungan *Delivery*

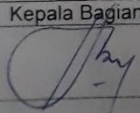



- Perhitungan *Make*





• Data Kerusakan

DINAS		mulam	HARI/TANGGAL	16/08/17
<b>STASIUN KETEL</b>				
Stock Air Kondensat	700 / 650 / 600 / 1300	Uap % Tebu rata-ata	± 44	
pH Air Ketel	10.5 / 10.5 / 10.6	TDS Air Ketel	858 / 1156 / 758	
Abu Ketel (TK2/TH)	6/5 mt	Solar Loader (ZIV/ZV)	70 uhr	
Produksi Ball Ampas	3 T	Produksi Pellet Ampas	-	
Vol. Bak Cool Tower	60 % pmk off	Vol. Bak Kedoyo	40 / 40 %	
Kondisi Lain yg perlu dilaporkan				
<ul style="list-style-type: none"> <li>- wtp off</li> <li>- w/ Rejemasi wtp crew lembur (Hanya Rejemasi saja) w/ yg isi tangki 1600</li> <li>- tangkai saccab pakuas shift</li> <li>- Temp IDF thermo 51/47 °C, vitruis 0.38/0.78 mm/s</li> <li>- Press hall aetit 3 shift ? (jauud : 12A)</li> </ul>				
<b>STASIUN GILINGAN</b>				
Kap. Giling rata² / jam	± 320-330 ton/h	NM/tebu rata² per jam	± 82	
Flow imb. rata² / jam	± 110 m³/h	% Pol Ampas rata²	± 25	
% Kadar kering rata²	± 45	Tek. Hidrolis Gilingan	± 120 - 100	
Jam Berhenti Giling & uraiannya				
<ul style="list-style-type: none"> <li>- ± 60 menit Danti m/h CO<sub>1</sub> &amp; CO<sub>2</sub> 1 bh</li> <li>- 11 — U5 2 bh</li> <li>- 11 — Hammer tip 1 bh</li> <li>- 11 — Inhuah kopling gill I 8 bh</li> <li>- CO<sub>2</sub> 2 bait m/h kopling gill II</li> </ul>				
Kondisi Lain yg perlu dilaporkan				
<ul style="list-style-type: none"> <li>- aeti paku plantang &amp; turbin gill III</li> <li>- giling menyesuaikan Be°</li> </ul>				
<b>STASIUN LISTRIK &amp; INSTRUMEN</b>				
Beban PLTU (Shinko/SNM)	3925 / 1000 kWh	Beban PLN rata-rata	± 116 kWh	
Jalur yang masuk PLN	ah, rd	KWH/Tebu rata-rata		
Kondisi Lain yg perlu dilaporkan				
<ul style="list-style-type: none"> <li>- mesin dihasutkan pulley serew gila A (romot)</li> <li>- Porsi di uetik gilingan.</li> </ul>				
Informasi Tambahan Lain				
<ul style="list-style-type: none"> <li>- per shift paku minta talang dari besan kuat poros cadangan w/ bagase Paeder TE II rumakunh (sudah pisan)</li> </ul>				
Kepala Bagian	Masinis Piket	Masinis Jaga		
				

DINAS		HARI/TANGGAL	16/08/17
Malam			

STASIUN KETEL			
Stock Air Kondensat	3299 <del>799/650/660</del> / 1300	Uap % Tebu rata-ata	± 44
pH Air Ketel	10.5 / 10.5 / 10.6	TDS Air Ketel	858 / 1156 / 758
Abu Ketel (TK2/TH)	6/5 at	Solar Loader (ZIV/ZV)	70 uhr
Produksi Ball Ampas	3 T	Produksi Pellet Ampas	—
Vol. Bak Cool Tower	60 % pake off	Vol. Bak Kedoyo	40 / 40 %

Kondisi Lain yg perlu dilaporkan

- wtp off
- w/ Regenerasi wtp crew kembar (Hanya regenerasi saya) w/ yg isi tangki 1600 tangki
- Temp IDF tremo 51/47 °C, nilai 0.38/0.78 mm/s
- Press hall alet 3 shift (jurnal : 12A)

STASIUN GILINGAN			
Kap. Giling rata² / jam	± 320 - 330 ton/h	NM/tebu rata² per jam	± 82
Flow Imb. rata² / jam	± 110 m³/h	% Pol Ampas rata²	± 25
% Kadar kering rata²	± 45	Tek. Hidrolis Gilingan	± 120 - 100

Jam Berhenti Giling & uraiannya

- ± 60 menit Banti m/h CC<sub>1</sub> & CC<sub>2</sub> 1 bh
- 11 — U5 2 bh
- 11 — Hammer tip 1 bh
- 11 — Inhuah koping gill I 8 bh
- 11 — Cek 2 bait m/h koping gill II

Kondisi Lain yg perlu dilaporkan

- Cuci pake planting & furkan gill III
- Giling menyesuaikan Be°

STASIUN LISTRIK & INSTRUMEN			
Beban PLTU (Shinko/SNM)	2925 / 1000 kWh	Beban PLN rata-rata	± 116 kWh
Jalur yang masuk PLN	ah, rd	KWH/Tebu rata-rata	

Kondisi Lain yg perlu dilaporkan

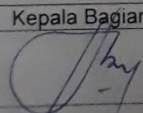
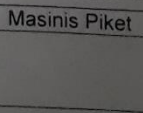
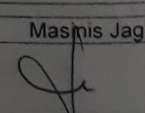
- mohon dibasahkan pulley screw gila A (remot) Porsi di usmik gilingan.

Informasi Tambahan Lain

- pro shift pagi minta tolong dari bagian buat poros cadangan w/ bagase Paeder TE II (sudah pisan)

Kepala Bagian	Masinis Piket	Masinis Jaga
		



DINAS	M <sub>3</sub> lum	HARI/TANGGAL	19/8/17
-------	--------------------	--------------	---------

STASIUN KETEL		= 3690 m <sup>2</sup>	
Stock Air Kondensat	745/800/000/1375	Uap % Tebu rata-rata	43,50
pH Air Ketel	10,8/10,9/11,0	TDS Air Ketel	920/1606/1035
Abu Ketel (TK2/TH)	4/5	Solar Loader (ZIV/ZV)	60
Produksi Ball Ampas	2 T	Produksi Pellet Ampas	-
Vol. Bak Cool Tower	70 %	Vol. Bak Kedoyo U/S	55/20

Kondisi Lain yg perlu dilaporkan

- Rentang carrier horizontal
- Memperbaiki rantai carrier ESP Thermodyne yang lepas.
- Vibrator blok bearing IDF Thermodyne 4: 0,3 R2 Selesai! 6,039 Temp U: 59 s.d 50
- Team press ball off jam 02.00

STASIUN GILIRAN			
Kap. Giling rata <sup>2</sup> / jam	2160,16 (akhir 340-350)	NM/tebu rata <sup>2</sup> per jam	99
Flow Imb. rata <sup>2</sup> / jam	36	% Pol Ampas rata <sup>2</sup>	2,30
% Kadar kering rata <sup>2</sup>	43,6	Tek. Hidrolis Giliran	185/138/60/40/190

Jam Berhenti Giling & uraiannya

109' 23.30 - 01.27 - Hammer tip 4G lepas 2 bush retak 1 bush (pauang + ganti)

Cek CC1 & CC2 sama.

- ganti baut holder 4G 1 bush.
- Ganti baut input 3 buah sisi barat kepinggil I
- Kerasi baut yang holder gil II
- Pasang baut gerak IMC 4 1 bush
- Adugangguan tambahan proximity CCII (+ 30 menit)

Kondisi Lain yg perlu dilaporkan

- Mengambil gelas 1 drum untuk gilingan I & II
- Baut gerak IMC 4 ada yang lubang lagi sisi timur 1 bush.

STASIUN LISTRIK & INSTRUMEN			
Beban PLTU (Shinko/SNM)	3800 / 1837,5	Beban PLN rata-rata	102,5
Jalur yang masuk PLN	AB & RP	KWH/Tebu rata-rata	26,47

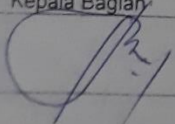

Kondisi Lain yg perlu dilaporkan

- Cadangan baru proximity gilingan habis → mohon bantuan masinis jaga melaporkan bila ada penggantian (sudah SP) proximity yang rusak. Terima kasih.
- Kontrol band keping IMC & membersihkan proximity → proximity CC2 ganti baru. ok

Informasi Tambahan Lain

Kepala Bagian	Masinis Piket	Masinis Jaga
		

- Rekap Kerusakan

RM10 Kerusakan komponen giling		RM13 Bahan Baku Habis		RM22 Kerusakan pada 3 way	
Tanggal	Dampak Berhenti	Tanggal	Dampak Berhenti	Tanggal	Dampak Berhenti
21/04/2017	60	01/07/2017	180	06-Mei-17	1 hari
04/05/2017	20	04/09/2017	200	07-Mei-17	1 hari
07/05/2017	70	11/09/2017	180	08-Mei-17	1 hari
09/05/2017	25	13/09/2017	150		
10/05/2017	40				
13/05/2017	40				
14/05/2017	15				
19/05/2017	30				
01/06/2017	30				
03/06/2017	60				
09/06/2017	30				
11/06/2017	45				
11/06/2017	15				
12/06/2017	120				
20/06/2017	60				
04/07/2017	35				
06/07/2017	50				
10/07/2017	60				
11/07/2017	15				
13/07/2017	15				
15/07/2017	20				
16/07/2017	20				
17/07/2017	15				
18/07/2017	30				
22/07/2017	90				
23/07/2017	60				
24/07/2017	45				
25/07/2017	15				
27/07/2017	20				
09/08/2017	30				
11/08/2017	15				
12/08/2017	15				
16/08/2017	60				
19/08/2017	130				
22/08/2017	120				
02/09/2017	15				
04/09/2017	30				

RM10      Kerusakan komponen giling		RM13      Bahan Baku Habis		RM22      Kerusakan pada 3 way	
Tanggal	Dampak Berhenti	Tanggal	Dampak Berhenti	Tanggal	Dampak Berhenti
05/09/2017	30				
06/09/2017	60				
07/09/2017	40				
08/09/2017	15				
09/09/2017	30				
09/09/2017	10				
10/09/2017	15				
11/09/2017	30				
14/09/2017	60				
Rata-rata	40,32608696		177,5		1440

RM11 Carrier pembawa ampas putus		RM12 Pipa boiler pecah		RM14 Trafo rusak atau mengalami masalah		RM15 Turbis rusak atau mengalami masalah	
Tanggal	Dampak Berhenti	Tanggal	Dampak Berhenti	Tanggal	Dampak Berhenti	Tanggal	Dampak Berhenti
21/04/2017	90	22/06/2017	150	07/05/2017	1440/1 hari	21/04/2017	1440/1 hari
	90		150		1440/1 hari		1440/1 hari

RM16 Terjadi konslet		RM21 Pengendapan nira kotor tidak lancar		RM23 Vakum dipenguapan bermasalah	
Tanggal	Dampak Berhenti	Tanggal	Dampak Berhenti	Tanggal	Dampak Berhenti
21/04/2017	1 hari	19/08/2017	120	22/08/2017	30
				13/07/2017	30
	1 hari		120		30

RM24 Peti bahan (NKL) penuh		RM25 Jalur utama nira bocor		RM26 Katel bergula	
Tanggal	Dampak Berhenti	Tanggal	Dampak Berhenti	Tanggal	Dampak Berhenti
18/07/2017	120	30/08/2017	14/02/1900	04/05/2017	3 hari
13/09/2017	140				
	130		45		3 hari

## BIOGRAFI PENULIS



Prajoko Aji Dono lahir di Pati pada tanggal 11 Juli 1996. Penulis merupakan anak kedua dari dua bersaudara pasangan Sariyono dan Sriyatun. Pendidikan formal yang telah ditempuh dimulai dari SD Islam Terpadu Ya Ummi Fatimah Pati, SMP Negeri 3 Pati, SMA Negeri 3 Semarang hingga ke jenjang sarjana di Departemen Teknik Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember pada tahun 2018.

Selama menjadi mahasiswa, penulis aktif dalam beberapa kegiatan organisasi. Diantaranya adalah staf Departemen Edukasi dan Kesejahteraan Mahasiswa HMTI ITS 2015/2016 dan Kepala Biro Akademik Departemen Kesejahteraan Mahasiswa HMTI ITS 2016/2017. Penulis pernah melaksanakan kerja praktik atau magang di *Group Audit and Risk Advisory* PT Astra Internasional, Tbk selama 2 bulan pada bulan Juli hingga Agustus 2017. Penulis dapat dihubungi via email [aji.dono@gmail.com](mailto:aji.dono@gmail.com).